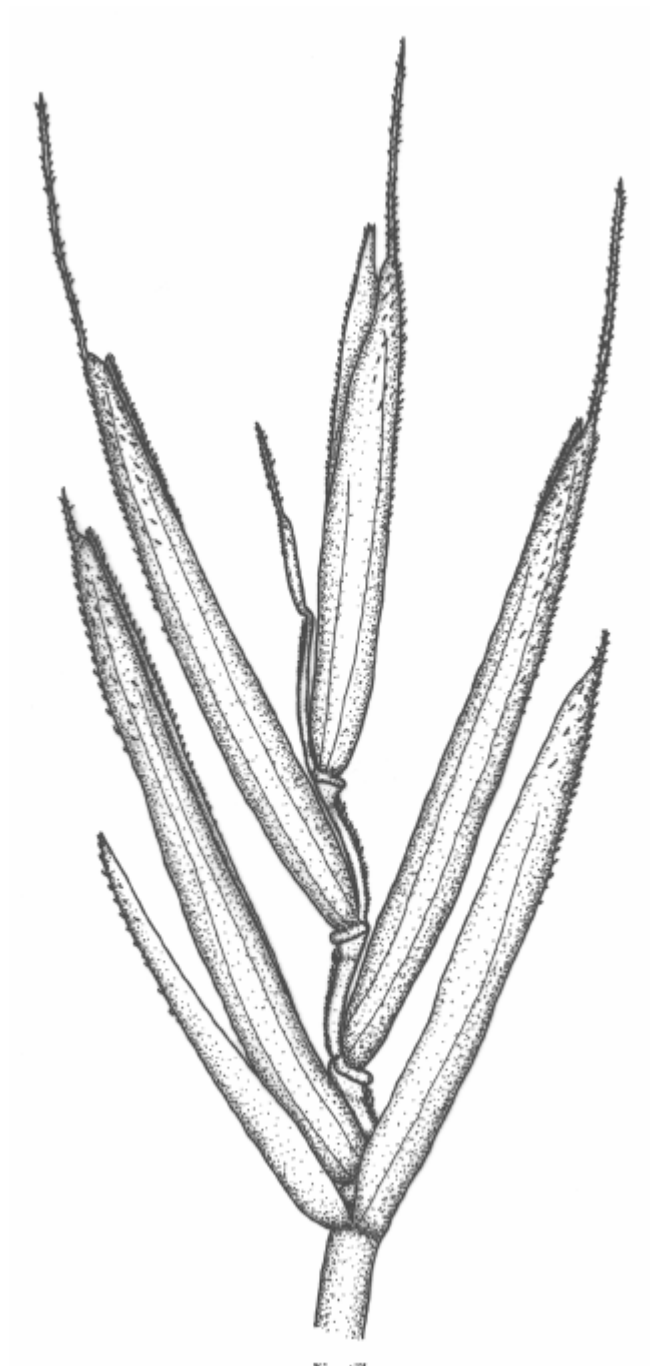


Für Sigrun, Frida und Jakob



Systematik der *Festuca valesiaca*- und *Festuca laevigata*-Gruppe in den Westalpen

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

vorgelegt dem Rat der Biologisch-Pharmazeutischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von Diplom-Biologe Stefan Arndt

geboren am 19. März 1971 in Magdeburg

Gutachter der Dissertation

Prof. Dr. F. H. Hellwig – Friedrich-Schiller-Universität Jena

Doz. Dr. H. Dietrich - Friedrich-Schiller-Universität Jena

Prof. Dr. M. Röser – Martin-Luther-Universität Halle/S.

INHALT

Einleitung	1
I Allgemeiner Teil	3
1 Material und Untersuchungsgebiet	3
1.1 Untersuchungsgebiet.....	3
1.2 Pflanzenmaterial.....	5
2 Methoden	6
3 Historischer Überblick und taxonomische Position der Gruppen.....	9
4 Taxonomie und systematische Gliederung der Gruppen	10
4.1 Die <i>Festuca valesiaca</i> -Gruppe	11
4.2 Die <i>Festuca laevigata</i> -Gruppe	13
5 Vorkommen der Taxa im Untersuchungsgebiet.....	14
6 Morphologie, Anatomie und weitere Merkmale.....	16
6.1 Lebensdauer, Wuchsform und Habitus.....	16
6.2 Halme.....	16
6.3 Blätter.....	16
6.3.1 Blätter der <i>Festuca valesiaca</i> -Gruppe.....	19
6.3.2 Blätter der <i>Festuca laevigata</i> -Gruppe	20
6.4 Rispen	21
6.5 Ährchen.....	22
6.6 Frucht.....	24
6.7 Inhaltsstoffe	25
7 Blüte- und Bestäubungszeiten.....	25
8 Verbreitung der <i>Festuca valesiaca</i> -Gruppe	29
9 Verbreitung der <i>Festuca laevigata</i> -Gruppe.....	30
10 Hypothesen zur Sippenentstehung und –differenzierung in den Gruppen	30
11 Bestimmungsschlüssel	32
II Spezieller Teil	34
12 <i>Festuca valesiaca</i> -Gruppe.....	24
12.1 <i>Festuca valesiaca</i> SCHLEICH. ex GAUDIN	34
12.1.1 <i>Festuca valesiaca</i> SCHLEICH. ex GAUDIN subsp. <i>valesiaca</i>	34
12.2 <i>Festuca stricta</i> HOST.....	40
12.2.1 <i>Festuca stricta</i> HOST subsp. <i>sulcata</i> (HACK.) PATZKE ex JOCHEN MÜLL.	40
12.2.2 <i>Festuca stricta</i> HOST subsp. <i>trachyphylla</i> (HACK.) PATZKE ex PILS	44
12.3 <i>Festuca bauzanina</i> (PILS) S. ARNDT.....	48
12.3.1 <i>Festuca bauzanina</i> (PILS) S. ARNDT subsp. <i>bauzanina</i>	49
12.3.2 <i>Festuca bauzanina</i> (PILS) S. ARNDT subsp. <i>raetica</i> S. ARNDT.....	51
12.4 <i>Festuca guinochetii</i> (BIDAULT) S. ARNDT	54
13 <i>Festuca laevigata</i> -Gruppe	57
13.1 <i>Festuca ticinensis</i> (MARKGR.-DANN.) MARKGR.-DANN.	57
13.1.1 <i>Festuca ticinensis</i> MARKGR.-DANN. subsp. <i>ticinensis</i>	58
13.1.2 <i>Festuca ticinensis</i> MARKGR.-DANN. subsp. <i>billyi</i> (KERGUÉLEN & PLONKA) S. ARNDT.....	60

13.2 <i>Festuca laevigata</i> GAUDIN.....	63
14 Zusammenfassung.....	71
Literatur.....	73
Verzeichnis der Abbildungen.....	79
Danksagung.....	80

EINLEITUNG

Die Gattung *Festuca* L. umfasst je nach Autor zwischen 360 (WATSON & DALLWITZ 1992) und 450 (CONERT 1998) Arten. Sie ist in den kalten, gemäßigten und subtropischen Gebieten weltweit sowie innerhalb der Tropen in den Gebirgen verbreitet (CONERT 1998). Ein großer Teil der borstblättrigen Taxa wird von vielen Autoren seit HACKEL (1882) in der Sammelart *Festuca ovina* L. zusammengefasst, zu der auch die hier behandelten Sippen gehören. Innerhalb der *Festuca ovina*-Gruppe gibt es mehrere Artengruppen mit unterschiedlicher Anzahl so genannter Kleinarten.

Klassische Versuche für die Sippenabgrenzung in *Festuca* beruhen meist ausschließlich auf vergleichender Morphologie und Anatomie (MERTENS & KOCH 1823, HACKEL 1882, SOÓ 1955, 1973, CVELEV 1971, 1972a, 1972b, ALEXEEV 1977, MARKGRAF-DANNENBERG 1980). Dabei wurden vor allem Merkmale der Grundblätter (Durchmesser, Querschnitt mit Anordnung des Sklerenchyms und der Gefäßstränge, Blattscheidenschluss) und der Ährchen (Länge, Blütenzahl, Deckspelzenmerkmale) verwendet. HORÁNSKY (1954) führte zur Sippenabgrenzung genauere anatomische Analysen der Blattepidermis durch (Zelltypen, Größenverhältnisse der Zellen, Stomatakomplexe). BIDAULT (1965, 1967) gab zytologischen Befunden größere Bedeutung als zuvor. Aufgrund der teilweise mit morphologischen Merkmalen korrelierenden, karyologischen Diversität mit Ploidiestufen von $2n=2x=14$ bis $2n=12x=84$ sind karyologische Studien ein unerlässliches Kriterium für eine moderne Systematik der Gattung *Festuca* und Voraussetzung für eine Diskussion der Merkmalsevolution und Sippenentstehung.

In der Vergangenheit gab es mehrere umfangreiche Untersuchungen zur Gattung *Festuca* oder zu einzelnen Gruppen der Gattung, die das Untersuchungsgebiet bzw. in dieser Arbeit behandelte Sippen betreffen (HACKEL 1882, ST.-YVES 1909, 1913, BIDAULT 1965, 1967, PILS 1979, 1984, TRACEY 1977, 1978, 1980, MARKGRAF-DANNENBERG 1938, 1980, 1981, KERGUÉLEN & PLONKA 1989). Sie stützen sich auf unterschiedliche Artkonzepte.

Die evolutiven Vorgänge, die zur Entstehung der Kleinarten und Ploidiestufen in der Gattung führten, konnten bis heute nicht ausreichend erklärt werden (z.B. SOÓ 1973, TRACEY 1977, 1980). Das gilt besonders für die höheren Ploidiestufen, bei denen die Herkunft der einzelnen Genome meist unklar ist. Hybridisierung und anschließende Polyploidisierung bzw. Autopolyploidie gelten innerhalb der behandelten Gruppen als die herausragenden Evolutionsfaktoren (z.B. PILS 1984). Wahrscheinlich ist die Homogenität der Genome hoch genug, dass sich nicht nur innerhalb der Gruppen, sondern auch zwischen Sippen verschiedener Gruppen, zumindest auf hohen Ploidiestufen (6x bis 12x), reproduktionsfähige Hybriden bilden. Dieser Problematik ist ein eigenes Kapitel gewidmet.

Für die *Festuca valesiaca*-Gruppe geben CVELEV (1976) 20 Sippen für das Gebiet der ehemaligen Sowjetunion und MARKGRAF-DANNENBERG (1980) 16 Sippen für Europa an. Nach Auswertung der Literatur, besonders von ALEXEEV (1973, 1975, 1977, 1978a, 1978b, 1979, 1980, 1981, 1983), CVELEV (1972, 1976) und MARKGRAF-DANNENBERG (1985) werden hier 24 Taxa in diese Gruppe gestellt. Dieser schwer zu klassifizierende Polyploidkomplex ist in den subkontinentalen und kontinentalen Regionen der meridionalen und temperaten Zone Eurasiens verbreitet und hat in den Westalpen und dem Massif Central seine natürliche

Westgrenze (BIDAULT 1967, MARKGRAF-DANNENBERG 1980, KERGUÉLEN & PLONKA 1989). In den Alpen kommen die Vertreter der *Festuca valesiaca*-Gruppe von den collinen Lagen der tief eingeschnittenen inneralpinen Trockentäler bis in die subalpine Stufe vor. Ihre Vorliebe für ähnliche Habitate sowie die weite Überlappung der quantitativen morphologischen und anatomischen Merkmale gestalten es sehr schwierig, die verschiedenen Ploidiestufen im Feld zu erkennen und gegeneinander abzugrenzen.

Die *Festuca laevigata*-Gruppe setzt sich FOGGI & ROSSI (1996) aus den hochpolyploiden *Festuca laevigata* Gaudin und *F. billyi* KERGUÉLEN & PLONKA zusammen. In der vorliegenden Arbeit wird sie weiter gefasst und schließt *Festuca ticinensis* MARKGR.-DANN. ebenfalls ein. Die Gruppe kommt in den Gebirgen Westeuropas von der montanen bis in die subalpine Stufe vor und erreicht mit *Festuca laevigata* in den Zentralalpen ihre Ostgrenze (PILS 1979).

Die wichtigsten Ziele dieser Arbeit sind:

- 1) eine taxonomische Bearbeitung der ausgewählten Gruppen unter Verwendung morphologischer, anatomischer und zytologischer Methoden durchzuführen
- 2) einen Überblick über die Verbreitung der einzelnen Sippen im zentral- und westalpinen Raum zu geben und
- 3) eine Diskussion zu den Möglichkeiten der Sippenentstehung innerhalb der untersuchten Polyploidkomplexe zu führen.

I. Allgemeiner Teil

1 MATERIAL UND UNTERSUCHUNGSGEBIET

1.1 Untersuchungsgebiet

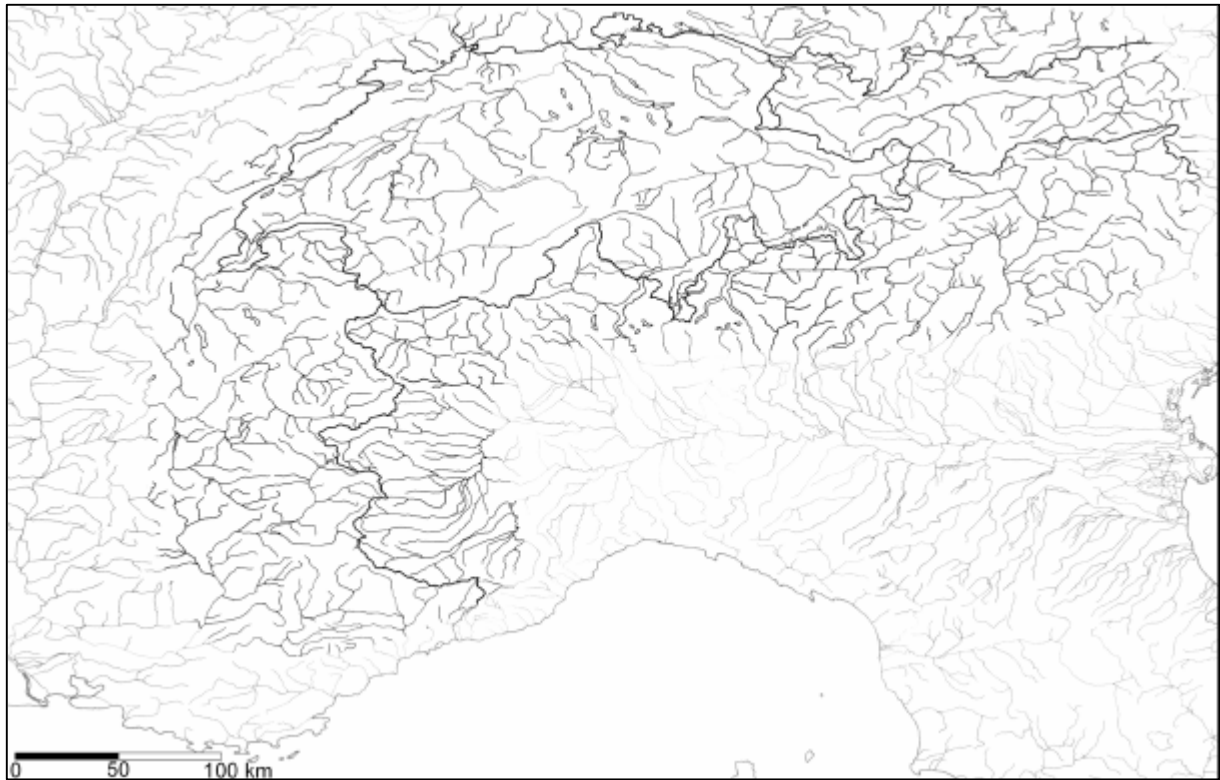


Abb 1: Untersuchungsgebiet. Mit stärkerem Kontrast ist das Gebiet abgebildet, aus dem die meisten Herbarbelege bzw. lebenden Pflanzen für die Untersuchungen stammen

Das Untersuchungsgebiet ist in Abb. 1 dargestellt. Es umfasst die Zentral- und Westalpen von Südtirol (Trentino–Alto Adige) im Osten über den Französischen Jura im Westen bis in die Alpes Maritime im Südwesten. Politisch setzt sich das Untersuchungsgebiet aus Regionen Frankreichs, der Schweiz und Italiens zusammen.

Die Alpen sind ein während der alpidischen Gebirgsbildung im Tertiär entstandenes Deckengebirge, dessen Hauptzüge entsprechend der Kompression der Kontinentalplatten vorwiegend in West-Ost-Richtung gelagert sind. Sie haben eine West-Ost-Ausdehnung von ca. 1200 km und eine Nord-Süd-Ausdehnung von 150-200 km, im Osten bis 300 km. Die Westalpen sind der geologisch jüngere Teil dieses Gebirges. Die westlichen, südlichen und nördlichen Bereiche der Alpen sind vorwiegend durch carbonatische Gesteine geprägt, während die zentralen und östlichen Gebiete hauptsächlich silikatische Gesteine an ihrer Oberfläche aufweisen.

Die großen, auf weite Strecken in West-Ost-Richtung angeordneten Täler der Inneralpen waren für die *Festuca valesiaca*-Gruppe das Hauptuntersuchungsgebiet. Es handelt sich hier um Trockentäler, die sich in ihrer jährlichen Temperatur- und Niederschlagsverteilung deutlich von den Randalpen unterscheiden. Folgende Täler standen im Mittelpunkt der Untersuchungen:

Vintschgau (Etsch-Tal und Seitentäler)
Adda-Tal (besonders das nördliche Gebiet)
Unterengadin und östliches Oberengadin (Inn-Tal)
Wallis (Rhône-Tal)
Aosta-Tal mit Valle di Cogne (Dora Baltea östlich bis St. Vincent)
Maurienne (Arc-Tal)
westliches Susa-Tal (Dora Riparia zwischen Claviere und Bussoleno)
Durance-Tal

Die mittleren Jahrestemperaturen liegen unter Berücksichtigung der Meereshöhe in diesen Tälern etwa 1 bis 2 Kelvin über denen der äußeren Alpentäler (BRAUN-BLANQUET 1961). Ähnlich verhält es sich mit der Verteilung des mittleren Jahresniederschlags. In den westlichen und südwestlichen Trockentälern (Durance-Tal, Arc-Tal, Dora Riparia-Gebiet) liegen die mittleren Jahresniederschläge in einer Meereshöhe von etwa 500 m bei ca. 750 mm und sind damit vergleichsweise hoch. Weiter im Norden und Osten (Aosta-Tal, Wallis, Unterengadin, Etschtal) werden diese Werte bei ähnlicher Meereshöhe mit 500 bis 600 mm deutlich unterschritten. Zum Vergleich kann der mittlere Sommerniederschlag (Juni bis August) am nordöstlichen Alpenrand dienen, der mit 600 bis 700 mm höher ist als der mittlere Jahresniederschlag der inneralpinen Trockentäler.

Im Gegensatz zur *Festuca valesiaca*-Gruppe bilden für die Taxa der *F. laevigata*-Gruppe nicht die Trockentäler sondern die höheren Lagen der gesamten Westalpen das Hauptuntersuchungsgebiet.

1.2 Pflanzenmaterial

Ein bedeutender Anteil des Untersuchungsmaterials wurde während zweier Reisen im Juni 2001 und Juni 2002 gesammelt und im Botanischen Garten Jena einzeln in Tontöpfen kultiviert. Aus jeder Population entnahm ich dafür mindestens zwei Pflanzen. Zusätzlich wurden Herbarbelege angefertigt. Kultiviertes Material stand auch von Jochen Müller (Jena) zur Verfügung, das im Jahr 1999 in den Alpen gesammelt wurde. Lebende Pflanzen aus Trentino-Alto Adige bekam ich auch von Thomas Wilhalm (Bozen). Ergänzt wurde das kultivierte Material durch umfangreiche Herbarausleihen. Es standen Belege folgender Sammlungen zur Verfügung:

BOZ	Naturmuseum Südtirol/ Museo Scienze Naturali Alto Adige, Bozen
G	Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève (Generalherbar)
G-DC	Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève (Herbar A. P. De Candolle)
LAU	Musée et Jardins Botanique Cantonaux, Lausanne
M	Botanische Staatssammlung München
P	Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Phanérogamie, Paris (Generalherbar)
ROV	Museo Civico di Rovereto
Z	Herbarium Turicense, Universität Zürich
Herb. Arndt	Herbarium Stefan Arndt, Jena
Herb. Müller	Herbarium Jochen Müller, Jena

In einigen Fällen gelang es, reife Karyopsen aus relativ jungen Herbarbelegen für karyologische Untersuchungen auskeimen zu lassen. Die Belege in G-DC und LAU (Holotypen von *Festuca valesiaca* SCHLEICH. ex GAUDIN und *F. laevigata*) konnte ich nur vor Ort untersuchen.

2 METHODEN

Sowohl die kultivierten Pflanzen als auch das ausgeliehene Herbarmaterial wurden morphologisch und anatomisch untersucht. Zum Anfertigen der Blattquerschnitte und der Blattepidermispräparate musste das Herbarmaterial vorher aufgekocht werden.

Die Blattquerschnitte wurden aus dem mittleren Drittel des ontogenetisch jüngsten, vollständig entwickelten Blattes eines sterilen Triebs angefertigt. War ausreichend Blattmaterial vorhanden, konnten zwei oder mehr Blätter pro Herbarbeleg untersucht werden. Vom kultivierten Material prüfte ich in der Regel jeweils zwei bis fünf Blätter. Insgesamt entstanden während der Untersuchungen des Herbarmaterials aus etwa 1500 Blattquerschnitten gut 450 Dauerpräparate, die nach Abschluss der Arbeiten den entsprechenden Herbarien zur Verfügung gestellt werden.

Für die Epidermispräparate wurde ein etwa 10 mm langer Abschnitt aus dem apikalen Drittel des jüngsten, ausgewachsenen Blatts eines sterilen Triebs verwendet. Die im Querschnitt meist V-förmigen Blattabschnitte wurden dafür längs der Mitte geteilt. Aus einer der beiden Hälften konnten dann die adaxiale und abaxiale Epidermis erhalten werden, indem längs zum Blattrand erneut geschnitten wurde. Von der abaxialen Epidermis waren die Reste des Mesophylls in der Regel leicht zu entfernen, was an der wesentlich zarteren adaxialen Epidermis meist nicht gelang. Bei der Auswertung der Epidermispräparate sind folgende Strukturen von Bedeutung: Langzellen der abaxialen Epidermis, Kurzzell-Paare (Kieselzellen, Korkzellen) der abaxialen/ adaxialen Epidermis, Länge der Schließzellen, Behaarung der adaxialen und abaxialen Epidermis. Als optische Hilfsmittel wurden für die Präparationen ein Zeiss Stemi 2000 sowie ein Olympus CH20 verwendet.

Am Institut für Spezielle Zoologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena untersuchte ich am Rasterelektronenmikroskop (Philips XL 30 ESEM) außerdem die epidermalen Wachsauflagerungen der abaxialen Blattoberfläche. Hierfür wurde Herbarmaterial entnommen, das mittels Emitech K500 bespattert wurde. Im Verlauf dieser Untersuchungen wurden digitale Fotografien erstellt, die im Kapitel 6.3 abgebildet und erläutert sind.

Außerdem wurde der Tagesverlauf des Blühens an kultivierten Pflanzen im Botanischen Garten Jena untersucht. An mehreren Tagen während der Blütezeit wurde in Abständen von 15 Minuten kontrolliert, wann sich die Blüten öffneten und wieder schlossen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sowie deren Bewertung sind im Kapitel 7 zusammengefasst.

Die karyologischen Untersuchungen spielen in der vorliegenden Arbeit eine bedeutende Rolle. Es kamen dabei grundsätzlich zwei Methoden zur Anwendung: das Auszählen der Chromosomen in Zellen präparierter Wurzelspitzen und die Ploidiegradbestimmung mit Hilfe eines Durchflusszytometers (flow-cytometry).

Die traditionelle Methode, Wurzelspitzen zu präparieren, um Chromosomen zu zählen, gestaltet sich bei der Gattung *Festuca* relativ schwierig, da die mitotisch aktiven Zeiten der Wurzelspitzen in einem engen Zeitfenster ca. 2 Stunden nach Sonnenaufgang liegen. Mit zeitlich schwankendem Sonnenaufgang muss auch die Zeit der Entnahme der Wurzelspitzen regelmäßig verändert werden. Aufgrund der häufig hohen Chromosomenzahlen gelingt es nur selten, alle Chromosomen während der Metaphase in einer Ebene abzubilden, um sie vollständig und fehlerfrei auszuzählen. Methodisch wurde wie bei ŠMARDÁ & KOCI (2003)

vorgegangen, allerdings mit wesentlich längerer Hydrolysezeit, um die Wurzelspitzen noch stärker zu erweichen und bessere Ergebnisse beim Quetschen zu erhalten. Bevorzugt wurden die kräftigsten, apikal etwas gelblich gefärbten Wurzeln. Die etwa 1 cm langen Wurzelenden wurden zunächst für 2-4 Stunden entweder in Colchizinlösung, Paradichlorbenzol oder 0,2 M 8-Hydroxychinolin eingelegt. Danach wurden sie je nach gewünschtem Untersuchungszeitpunkt entweder in einer Lösung von Ethanol-Eisessig 3:1 für eine Stunde bis mehrere Wochen fixiert oder direkt weiter behandelt. Allerdings empfiehlt sich für eine längere Lagerung 70 %iges Äthanol, damit die Wurzelspitzen nicht spröde und hart werden. Sollen die Wurzelspitzen nicht gelagert werden, werden sie sofort in 1N HCL für 30-50 min bei 60°C hydrolisiert. Nach dem sorgfältigen Spülen mit Wasser werden die Chromosomen über Nacht in Karminessigsäure gefärbt. Es ist möglich, die Wurzelspitzen einige Tage in der Färbelösung aufzubewahren. Die 0,5-1 mm langen Spitzen der Wurzeln wurden dann auf einem Objektträger mit ein bis zwei Tropfen Karminessigsäure von einem Deckgläschen überdeckt und gequetscht. Die Chromosomen wurden bei 1000facher Vergrößerung an einem Olympus CH20 gezählt.

Mit Hilfe der Durchflusszytometrie können keine Chromosomen gezählt werden. Über die Bestimmung des Kern-DNA-Gehalts einer Zelle und dem Vergleich mit einer Probe, deren Chromosomenzahl bekannt ist, ist es möglich, indirekt den Ploidiegrad der Pflanze zu ermitteln. Angewendet wurde leicht verändert die Methode von ŠMARDA & KOCI (2003). Hierfür wurde ein etwa 10 cm langer Abschnitt eines Grundblatts in 400 µl eines Extraktions-Puffers (Partec) fein gehackt. Danach wurden 1,6 ml der DAPI-Färbelösung (Partec) zugegeben. Mit einer Pipette wurde die Zelllösung gemischt und aufgeschäumt sowie anschließend durch einen Filter mit 30 µm Maschengröße in ein Reagensglas des Durchflusszytometers überführt. Zwei Beispiel-Diagramme und ihre Interpretationen sind in Abb. 2 dargestellt.

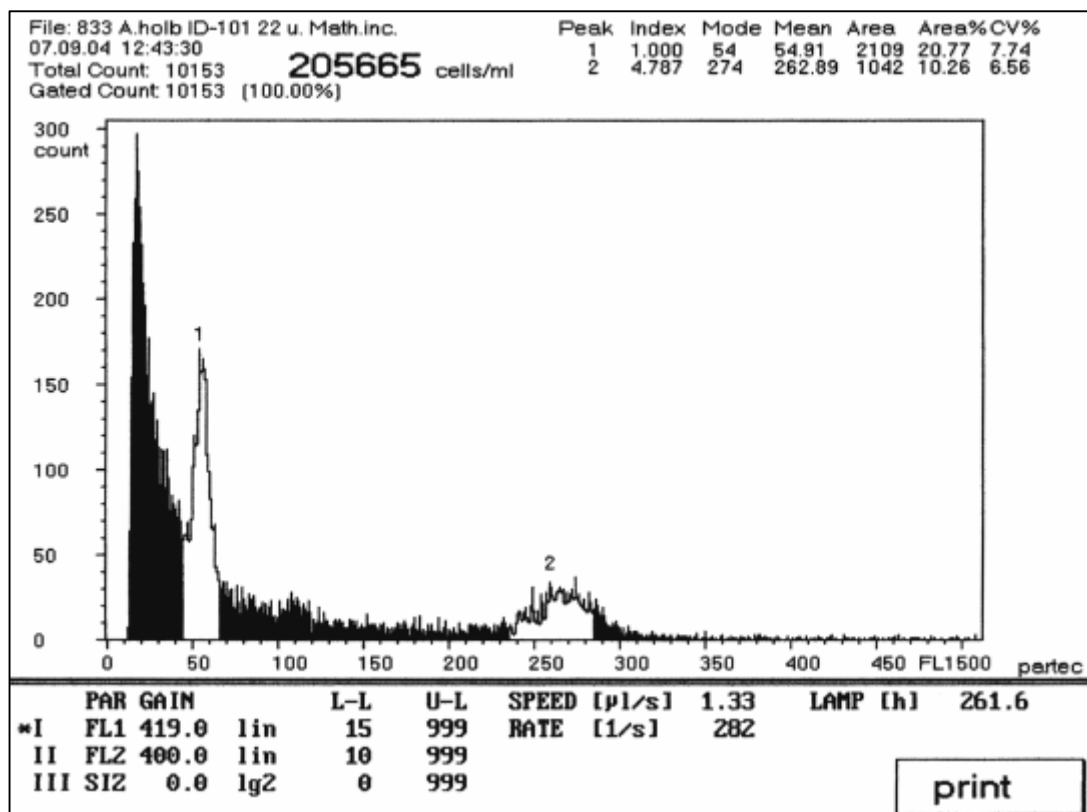
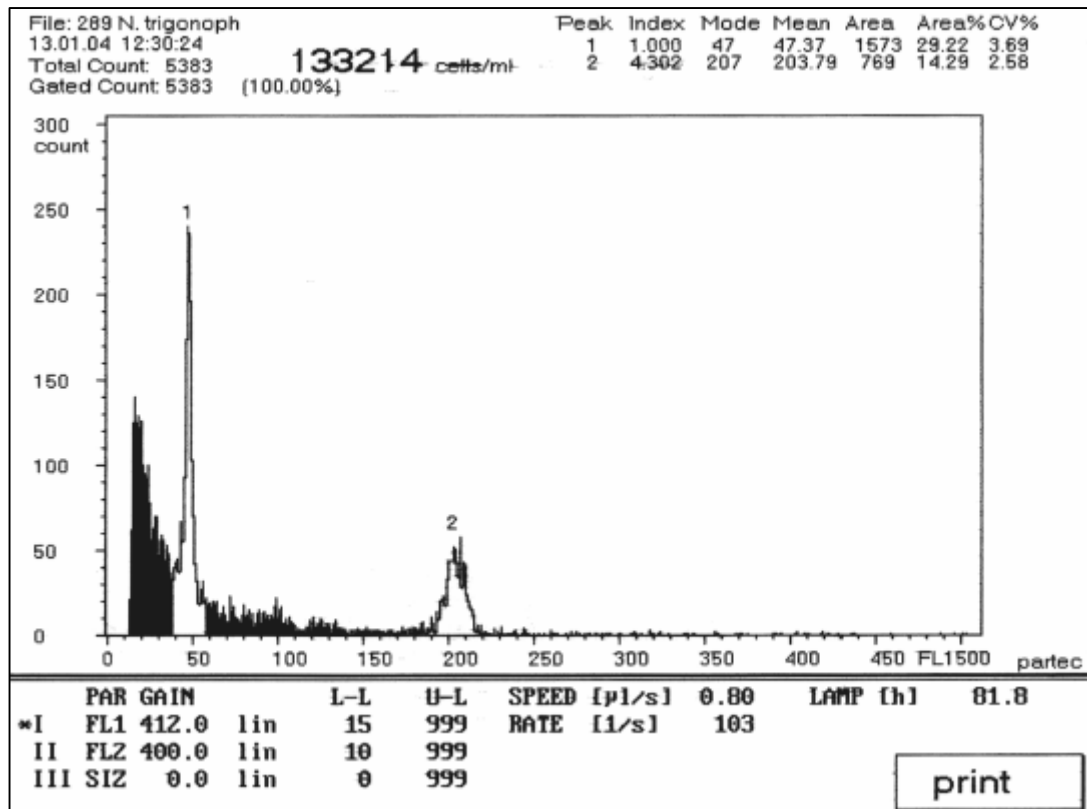


Abb. 2. Diagramme der Durchflusszytometrie. Oben: Messung an Blattmaterial von *Festuca baudaniana* subsp. *rhaetica*. Unten: Messung an Blattmaterial von *Festuca guinocetii*. Der linke peak zeigt den internen Standard bekannter Ploidiestufe (*Festuca valesiaca*). Der rechte peak zeigt entsprechend die x-fache Menge an Kern-DNA des linken peaks. Vergleicht man die Zahlenwerte der peaks im Kopf der Diagramme unter „Mean“, so muss der Wert des zweiten peaks bei einer oktaploiden Pflanze vier mal und bei einer dekaploiden Pflanze fünf mal so hoch sein, wie der des ersten peaks. Die senkrechte Achse zeigt die Anzahl der ausgezählten Zellen bzw. Kerne.

3 HISTORISCHER ÜBERBLICK UND TAXONOMISCHE POSITION DER GRUPPEN

Die Gliederung der Gattung *Festuca* wurde in der Vergangenheit von zwei konträren Artkonzepten geprägt. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden die Arten sehr eng gefasst (z.B. HOST 1802, GAUDIN 1808, 1811, MERTENS & KOCH 1823). Zur Abgrenzung zweier Arten genügten ein bis wenige morphologische Unterschiede. Generell ist die Trennung von Arten innerhalb des *Festuca ovina* agg. aufgrund der Merkmalsarmut kompliziert. Erschwerend wirkt bei nah verwandten Sippen oft ein \pm breiter Überlappungsbereich der Merkmale zwischen den einzelnen Populationen. In dieser Phase wurden mehrere, der hier behandelten Taxa als Arten beschrieben.

HACKEL (1882) fasste die Arten der Gattung *Festuca* wesentlich weiter. Dieser Auffassung folgten viele Autoren (siehe unten) z.T. bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhunderts. Er stellte die meisten europäischen, borstblättrigen Sippen zur Art *Festuca ovina*, die eine große Zahl von Unterarten, Varietäten, Subvarietäten sowie Formen enthielt. Nachdem die Sippen der Gattung bis dahin ausschließlich morphologisch unterschieden wurden, war HACKEL der erste Bearbeiter, der anatomische Merkmale, besonders den Blattquerschnitt der Grundblätter, in die Untersuchungen einbezog. Damit ließen sich eine Vielzahl von Sippen trennen. Besonders wichtig erschienen ihm die Anordnung des Sklerenchyms, die Anzahl der Gefäßstränge, die Form des Querschnitts, die Anzahl der Rippen und Furchen auf der Blattoberseite sowie die Behaarung der adaxialen Epidermis.

Bearbeiter mit ähnlich weitem Artkonzept waren z.B. SAINT-YVES (1909, 1913, 1922, 1928), LITARDIÈRE (1922, 1937, 1945, 1947) und BIDAULT (1964, 1965, 1966a, 1966b, 1967, 1972). BIDAULT untersuchte vorwiegend die Sippen des *Festuca ovina* agg. in den Westalpen. Wenn auch die Nomenklatur bei BIDAULT oft schwer nachvollzogen werden kann, war er doch neben HORÁNSZKY (1954) einer der wenigen *Festuca*-Bearbeiter, der neben dem Blattquerschnitt die anatomischen Untersuchungen ausweitete. Er integrierte die Stomatalängen und verschiedene Zellformen der abaxialen und adaxialen Epidermis in die Beschreibungen. Wichtig waren auch BIDAULT's umfangreiche zytologische Untersuchungen der einzelnen Sippen. Es zeigte sich zunehmend, dass besonders die *Festuca ovina*-Gruppe sensu HACKEL ein umfangreicher Polyploidkomplex ist. Die Stichprobenzahl seiner Chromosomenzählungen gab BIDAULT nie an. So sind einige seiner Ergebnisse, auf die später noch näher eingegangen wird, schwer zu deuten (z.B. heptaploide Sippe bei Zernez). BIDAULT (1963, 1965, 1966a, 1966b, 1969) führte zusätzlich numerische Analysen morphologischer und anatomischer Daten sowie biochemische Studien durch. Es stellte sich jedoch heraus, dass die von ihm erhobenen morphologischen und anatomischen Daten der einzelnen Sippen untereinander weit überlappen und für die Bestimmung der von ihm abgegrenzten Taxa wenig hilfreich sind. Die systematische Gliederung bei BIDAULT entspricht der von HACKEL (1882).

Ein strukturell ähnliches, aber inhaltlich von HACKEL (1882) vollständig abweichendes Konzept mit einer sehr engen Artauffassung benutzte SOÓ (1955, 1973, 1977) bei seinen Arbeiten über die *Festuca ovina*-Gruppe in Mittel-, Ost- und Südosteuropa. Er akzeptierte die Kleinarten *Festuca valesiaca*, *F. stricta* HOST etc., untergliederte diese aber wieder in Unterarten, Varietäten und Formen. Die Abtrennung dieser Einheiten begründet SOÓ meist mit sehr geringen Unterschieden in der Sklerenchymanordnung im Blattquerschnitt oder mit

Behaarungsmerkmalen, die eher variabel sind und einzelnen Populationen als konkreten Arten zugeschrieben werden können. Die Chromosomenzahlen sind innerhalb dieses Konzepts zwar erwähnt worden, spielen aber bei der systematischen Gliederung keine Rolle. Von SOÓ (1973) wurden z.B. für *Festuca valesiaca* und *F. rupicola* HEUFFEL (*F. stricta* subsp. *sulcata* (HACK.) PATZKE ex JOCHEN MÜLL.) Chromosomenzahlen von $2n=14, 28, 42$ angegeben. SOÓ (1955, 1973) stellte Theorien über hybridogene Entstehung von Sippen auf, die sich ausschließlich auf morphologische und anatomische Merkmale stützen und zytologisch nicht nachzuvollziehen sind (z.B. Diskrepanzen zwischen den Ploidiestufen der Elternarten und der F1-Generation).

Im 20. Jahrhundert vertraten z.B. MARKGRAF-DANNENBERG (1938, 1976, 1978, 1980), CVELEV (1971, 1972, 1976), ALEXEEV (1972, 1975), TRACEY (1977, 1978, 1980), ALEXEEV et al. (1987, 1988, 1990), WILKINSON & STACE (1987, 1988), KERGUÉLEN & PLONKA (1988, 1989, 1991, KERGUÉLEN et al. 1993) und FUENTE & ORTÚÑEZ (1998) ein sehr eng gefasstes Artkonzept. In diesen Arbeiten wurden nahe verwandte Sippen einer Ploidiestufe verschiedenen Arten zugeordnet (z.B. *Festuca pseudovina* HACK. ex WIESB., *F. trachyphylla* (HACK.) KRAJINA., *F. brevipila* TRACEY, *F. stricta*, *F. rupicola*, *F. carnuntina* TRACEY usw.). Die auf diese Weise unterschiedenen Arten einer Gruppe nah verwandter Taxa überlappen hinsichtlich ihrer morphologischen und anatomischen Merkmale oft beträchtlich.

PATZKE (1961, 1968) und weitgehend PILS (1980, 1984) benutzten ein Artkonzept, bei dem als ein wesentliches Merkmal der Arten die Ploidiestufe herangezogen wurde. Weitere morphologische und anatomische Unterschiede führen dann zur Abtrennung von Unterarten. So ging auch PATZKE vor, der die diploide *Festuca valesiaca* mit ihren subspecies *valesiaca* und *parviflora* (HACK.) TRACEY (als subsp. *pseudovina*) einerseits und die hexaploide *F. stricta* mit den subspecies *stricta*, *sulcata* und *trachyphylla* (HACK.) PATZKE ex PILS andererseits als Arten trennte. PILS studierte die Gattung *Festuca* in den Zentral- und Ostalpen. Seine Arbeiten sind für eine moderne Gliederung der Gattung in den Alpen von großer Bedeutung, da er nicht nur morphologisch und anatomisch, sondern auch zytologisch arbeitete. PILS wies stets auf große Überlappungsbereiche hinsichtlich der morphologischen und anatomischen Merkmale besonders zwischen den hochpolyploiden Taxa der *Festuca valesiaca*-Gruppe hin. Ähnlich wie PATZKE fasste PILS (1980, 1984) *Festuca stricta* weit und ordnete ihr die subspecies *stricta*, *sulcata*, *carnuntina* (TRACEY) PILS und *trachyphylla* sowie die oktaploide subsp. *bauzanina* PILS zu.

4 TAXONOMIE UND SYSTEMATISCHE GLIEDERUNG DER GRUPPEN

In der vorliegenden Arbeit werden unterschiedliche Ploidiestufen auf Artebene getrennt. Die morphologischen und anatomischen Unterschiede innerhalb einer Ploidiestufe führen zu den Unterarten. Auf dem ersten Blick wirkt ein solches Modell starr und künstlich. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass zwischen Sippen einer Ploidiestufe in den hier behandelten Gruppen durch Hybridisierung neue, fertile Hybriden entstehen können. Solche Pflanzen wurden bisher häufig als morphologische Übergangsformen erwähnt. Sie treten in der Nähe der Populationen verschiedener Taxa einer Ploidiestufe innerhalb der hier behandelten Gruppen auf. Konkrete Nachweise über Hybridisierungsereignisse zwischen

Vertretern der *Festuca valesiaca*-Gruppe und der *Festuca laevigata*-Gruppe sowie innerhalb beider Gruppen sind nicht bekannt. Das liegt zunächst daran, dass die morphologischen und anatomischen Unterschiede zwischen den Unterarten gering sind und mögliche Hybriden in die Varianz des einen oder anderen Elter fallen. Diese Problematik wird im Kapitel 10 eingehender diskutiert. In Zukunft wird man wohl auf dem Gebiet der Systematik innerhalb der behandelten Gruppen nur mit Anwendung molekularer Methoden wie z.B. AFLP, Mikrosatelliten oder Klonierung und Sequenzierung der ITS-Region Fortschritte erzielen. Der zusätzliche Zeitaufwand dieser molekularen Untersuchungen ist zu groß, um sie zusätzlich im Rahmen dieser Arbeit durchzuführen. Die Anwendung dieses Methodenspektrums muss Gegenstand künftiger Untersuchungen sein.

4.1 Die *Festuca valesiaca*-Gruppe

Die Arten der *Festuca valesiaca*-Gruppe lassen sich aufgrund folgender Merkmalskombination von anderen Gruppen bzw. Sippen des *Festuca ovina* agg. abgrenzen: 1) stets \pm raue Grundblätter, 2) Blattquerschnitt der Grundblätter in der Regel mit drei getrennten Sklerenchymsträngen, außerdem oft in beiden Blatthälften ein zusätzlicher Strang (außer *Festuca stricta* subsp. *stricta* mit \pm gleichmäßigem, geschlossenem Ring), 3) Blattoberseite mit mindestens vier Furchen und drei Rippen, 4) Deckspelzen stets begrannt.

Festuca valesiaca wurde von GAUDIN (1811) an einem Exemplar aus dem Unterwallis bei Branson beschrieben. Es handelt sich um eine diploide Art mit der Chromosomenzahl $2n=2x=14$. Eine weitere diploide Unterart, die subsp. *parviflora* ist ähnlich verbreitet, reicht aber nach Westen nur bis in das Mitteldeutsche Trockengebiet und nach Thüringen. Diese Unterart ist in den Alpen nicht vertreten. Nach CONERT (1998) ist sie nur auf salzhaltigen Böden „typisch“ ausgebildet und von der subsp. *valesiaca* gut zu unterscheiden. Auch TRACEY (1977, 1980) stellte fließende morphologische Übergänge zwischen beiden Unterarten fest. Eine weitere diploide Sippe, *Festuca valesiaca* subsp. *hypsochila* (ST.-YVES) CVELEV (*F. oreophila* MARKGR.-DANN.), ist in Asien verbreitet (CVELEV 1976, ALEXEEV 1977). Sie unterscheidet sich von der subsp. *valesiaca* durch ihre bräunlichen Ährchen.

In der *Festuca valesiaca*-Gruppe wurden bisher zahlreiche tetraploide Taxa beschrieben, die jedoch im Untersuchungsgebiet fehlen. Dazu zählen *Festuca brunnescens* (CVELEV) GALUŠKO, *F. dalmatica* (HACK.) K. RICHT., *F. illyrica* MARKGR.-DANN., *F. majovskyi* HOLUB, *F. pseudodalmatica* KRAJINA ex DOMIN und *F. wagneri* (DEGEN, THAISZ et FLATT) DEGEN. Dieser tetraploide Formenkreis bedarf einer genauen systematischen Untersuchung, da in der Vergangenheit (ALEXEEV 1977, 1978, CVELEV 1972, 1976, MARKGRAF-DANNENBERG 1980, 1981, 1985, SIMON 1964, SOÓ 1955, 1973, TRACEY 1977, 1978, 1980) widersprüchliche Angaben zu Systematik, Zytologie und Verbreitung einiger Sippen gemacht wurden. So ist z.B. die Verbreitung und Abgrenzung der *Festuca pseudodalmatica*, *F. dalmatica* und *F. wagneri* im pannonischen Raum nicht ausreichend geklärt, da deren morphologische und anatomische Merkmale stark überlappen. Der Nachweis der tetraploiden Chromosomenzahl bei *Festuca illyrica* beruht auf eigenen Untersuchungen an zwei lebenden Exemplaren

(Beleg: Croatia, Krk, pass height of the road Krk-Baška, dry grassland, limestone, ca. 340 m; 45°02'N 14°40'E., 2-VIII-2002, J. Müller (Herb. Müller)). Es muss auch die Frage aufgeworfen werden, ob es sich bei den bisher beschriebenen tetraploiden Taxa jeweils um gut abgegrenzte, eigenständige Sippen handelt.

Die in Armenien, NW-Iran, im Kaukasus und in Ost-Anatolien vorkommende *Festuca brunnescens* hat ebenso wie die *F. valesiaca* subsp. *hypsochila* bräunliche Ährchen (CVELEV 1971, 1976, MARKGRAF-DANNENBERG 1985). PILS (1984) diskutierte das Auftreten von *Festuca pseudodalmatica* und *F. javorkae* MÁJOVSKÝ (*F. majovskyi*) in Österreich, die von TRACEY (1980) und MELZER (1958) dort angegeben wurden. Er fand während seiner Untersuchungen nur die hexaploide *Festuca stricta* subsp. *sulcata*. Von ŠMARDA et al. (im Druck) konnte *Festuca pseudodalmatica* dagegen für das Burgenland nachgewiesen werden.

Hexaploide Sippen der *Festuca valesiaca*-Gruppe sind in den Alpen weit verbreitet. Sie wurden und werden von PILS (1984) und KERGUÉLEN & PLONKA (1989) sowie in der vorliegenden Arbeit *Festuca stricta* zugeordnet. Die Typus-Unterart ist nach PILS (1984) nur in Österreich (Schwarzföhrenggebiet des niederösterreichischen Alpenostrandes) verbreitet und kommt im Untersuchungsgebiet nicht vor. Die Angaben für *Festuca stricta* subsp. *stricta* von MARKGRAF-DANNENBERG (1980) und DALLA TORRE & SARNTHEIM (1906) für Südtirol wurden von PILS (1984) auf Verwechslungen mit *Festuca bauzanina* subsp. *bauzanina* zurückgeführt, die ebenfalls gelegentlich geschlossene Sklerenchymringe ausbilden kann.

Festuca stricta subsp. *sulcata* ist ein kontinentales Florenelement und reicht nach Westen bis in den Schweizer Kanton St. Gallen und die italienische Provinz Lecco sowie von den sicher nachgewiesenen Hexaploiden am weitesten nach Osten (ALEXEEV 1978, 1983). Die von TRACEY (1977) aus den Hainburger Bergen (Niederösterreich) beschriebene *Festuca carnuntina* TRACEY wird hier mit *F. stricta* subsp. *sulcata* als synonym betrachtet.

Die mitteleuropäisch verbreitete *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* ist ebenfalls hexaploid und in den Alpen östlich bis Niederösterreich und im Burgenland zu finden. Sie wird in dieser Arbeit wie bei PILS (1984) mit der von TRACEY (1977) beschriebenen *Festuca brevipila* als synonym betrachtet und ist im Untersuchungsgebiet weit verbreitet, was schon MARKGRAF-DANNENBERG (1938) feststellte. Die von MARKGRAF-DANNENBERG & STÜSSI (1964) ungültig beschriebene *Festuca ovina* var. *fuornensis* MARKGR.-DANN. & B. STÜSSI fällt ebenfalls in die Variationsbreite der *F. stricta* subsp. *trachyphylla*. *Festuca stricta* subsp. *sulcata* und subsp. *trachyphylla* bilden in den Arealteilen, in denen sie gemeinsam vorkommen morphologische Übergangsformen aus, worauf verschiedene Autoren hinwiesen (MARKGRAF-DANNENBERG 1938, 1981, PATZKE 1960, PILS 1984).

Oktoploide Sippen der *Festuca valesiaca*-Gruppe wurden bisher ausschließlich aus dem Untersuchungsgebiet beschrieben. Sie lassen sich voneinander meist nur anhand des Blattquerschnitts unterscheiden und werden später im Speziellen Teil dieser Arbeit näher behandelt.

Eine weitere Sippe wurde von BIDAULT (1967) als *Festuca ovina* subsp. *dalmatica* HACK. var. *guinochetii* BIDAULT aus dem nördlichen Adda-Tal (Italien, Lombardei, Provinz Sondrio)

beschrieben. Sie ist dekaploid mit $2n=10x=70$ Chromosomen. Morphologisch und anatomisch ist sie kaum von den oben genannten oktaploiden Sippen zu unterscheiden, weshalb sie von mir in die *Festuca valesiaca*-Gruppe gestellt und aufgrund der Ploidiestufe auf Artebene abgetrennt wird.

In der Literatur finden sich sowohl in Osteuropa als auch in Asien weitere Taxa, die in die *Festuca valesiaca*-Gruppe einzuordnen sind und bei denen bis heute die Chromosomenzahlen nicht oder nicht eindeutig ermittelt wurden. Für *Festuca callieri* (HACKEL ex ST.-YVES) DOERFL. ex DOMIN gibt es Zählungen bei LEVITSKIJ & KUZ'MINA (1927, $2n=2x=14$ aus dem Kaukasus), PETROVA (1965, $2n=4x=28$ aus der Ukraine), TVERETINOVA (1977, $2n=4x=28$ aus der Ukraine), STRID & FRENZÉN (1981, $2n=2x=14$ aus Griechenland) und ALEXEEV et al. (1988, $2n=6x=42$), die Chromosomenzahlen zwischen $2n=2x=14$ und $2n=6x=42$ ermittelten. Bei *Festuca kryloviana* REVERD. gibt es Angaben von $2n=2x=28$ und $2n=6x=42$ Chromosomen (PROBATOVA & SOKOLOVSKAJA 1980). Keinerlei Chromosomenzahlen sind bis heute für *Festuca elwendiana* MARKGR.-DANN., *F. vagravarica* E. ALEXEEV, *F. karsiana* E. ALEXEEV, *F. kurtschumica* E. ALEXEEV und *F. kirghisorum* (KATSH. ex CVEL.) E. ALEXEEV bekannt.

VELCEV & VASSILEV (2002) beschrieben aus Bulgarien *Festuca maleschevica* VELCEV & P. VASSILEV, die *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* sehr ähnlich sein soll. Die Chromosomenzahl der neuen Sippe wird von den Autoren nicht angegeben.

Festuca makutrensis ZAPAL. ist aus Galizien beschrieben worden und nach ALEXEEV (1972) eine allopolyploid entstandene Hybride zwischen *F. valesiaca* s.l. und *F. ovina* s.str. ALEXEEV verwendete für seine Untersuchungen Material aus der Region um Moskau. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass es sich bei dem Moskauer Material um die gleiche Art wie in Galizien handelt. CVELLEV (1976) ging noch präziser von einer Hybride zwischen *F. valesiaca* subsp. *parviflora* und *F. ovina* s.str. aus. Er gibt für diese Art eine Chromosomenzahl von $2n=4x=28$ an, die allerdings an russischem Material nachgewiesen wurde. TVERETINOVA (1977) erwähnt zusätzlich noch Chromosomenzahlen von $2n=2x=14$ und $2n=6x=42$.

4.2 Die *Festuca laevigata*-Gruppe

Die Arten der *Festuca laevigata*-Gruppe lassen sich aufgrund folgender Merkmalskombination von anderen Gruppen bzw. Sippen des *Festuca ovina* agg. abgrenzen: 1) Sklerenchymbündel meist gleichmäßig dick und als unterbrochener oder geschlossener Ring angeordnet, sehr selten auch in drei dünnen Bündeln angeordnet, 2) Blattquerschnitt mit mindestens 7 Gefäßsträngen, 3) Blattoberseite mit mindestens vier Furchen und drei Rippen, 4) Deckspelzen stets begrannt, 5) Ploidiestufen im Untersuchungsgebiet $6x$ bis $12x$.

Festuca laevigata wurde von GAUDIN (1808) beschrieben. Später beschrieb er weitere Taxa, die hier als Synonyme zu *Festuca laevigata* gestellt werden (Spezieller Teil).

Zwei hexaploide Taxa, die sehr lokal bzw. disjunkt verbreitet sind, werden hier in die *Festuca laevigata*-Gruppe gestellt. Sie sind morphologisch aufgrund ihres Blattquerschnitts und der Behaarung der Blätter gut voneinander zu unterscheiden. Es handelt sich einerseits um *Festuca ticinensis* s.str. MARKGR.-DANN. und andererseits um *F. ticinensis* subsp. *billyi* (KERGUÉLEN & PLONKA) S. ARNDT. *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* kommt im Schweizer Kanton Tessin und in den norditalienischen Provinzen Como und Lecco vor während *F. ticinensis* subsp. *billyi* im Massif Central, dem Departement Var (ŠMARDÁ et al. im Druck) und den nördlichen Apenninen und Apuanischen Alpen (FOGGI & ROSSI 1996) verbreitet ist.

Alle oktaploiden Populationen der Gruppe repräsentieren typische *Festuca laevigata*. Sie sind keinesfalls morphologisch durchgehend gleich gestaltet. Die morphologischen und anatomischen Unterschiede sind aber oft gering und korrelieren weder untereinander noch geographisch. Sie sind lediglich innerhalb einzelner Populationen \pm konstant, so dass das Abtrennen der subsp. *crassifolia* (GAUDIN) KERGUÉLEN & PLONKA (z.B. MARKGRAF-DANNENBERG 1978, 1980, KERGUÉLEN & PLONKA 1989, CONERT 1998) nicht gerechtfertigt ist.

Von den Inseln Korsika und Elba sind *Festuca gamisansii* KERGUÉLEN subsp. *gamisansii* und *F. gamisansii* subsp. *aethaliae* SIGNORINI & FOGGI beschrieben. Bei KERGUÉLEN (1987) sind $2n=12x=84$ Chromosomen für *Festuca gamisansii* subsp. *gamisansii* angegeben. LEVITSKIJ & KUZ'MINA (1927) zählten ebenfalls bei Pflanzen von Korsika (*Festuca ovina* var. *litardierei* ST.-YVES) $2n=10x=70$ Chromosomen. SIGNORINI & FOGGI (1998) beschrieben die dekaploide *Festuca gamisansii* subsp. *aethaliae* von Elba. Aufgrund der kontroversen Ergebnisse der Chromosomenzählungen kann es sich also bei den Pflanzen der beiden Inseln um ein oder zwei Taxa handeln. Hierfür müssten bei wesentlich mehr Pflanzen die Chromosomen ausgezählt werden.

5 VORKOMMEN DER TAXA IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Die Taxa der *Festuca valesiaca*-Gruppe haben im Untersuchungsgebiet ihren Verbreitungsschwerpunkt in den inneralpinen Trockentälern. Sie kommen sowohl in Trocken- und Halbtrockenrasen auf \pm tiefgründigen Böden als auch auf Felsen und Rohböden mit Lockersedimenten (Moränenhänge, Flussschotter etc.) vor. Die Sippen um *Festuca laevigata* s.l. beschränken sich auf die Westhälfte der Alpen. Sie siedeln eher auf Bergwiesen, Felsen und Rohböden mit Lockersedimenten (überwiegend Moränenhänge). Während die Taxa der *Festuca valesiaca*-Gruppe hauptsächlich in Höhen bis ca. 1500 m verbreitet sind und nur einzelne Sippen bis über 2000 m zu finden sind, ist bei den Taxa der *F. laevigata*-Gruppe (außer bei *F. ticinensis* subsp. *ticinensis*) eine subalpine bis alpine Verbreitung die Regel. Nur selten (Aosta-Tal, Wallis) ist *Festuca laevigata* in niederen Lagen zu finden.

Im Osten des Untersuchungsgebiets ist die Mehrzahl der Sippen zu finden. Besonders der nordwestliche Teil der Region Alto-Adige, der Vintschgau mit dem Einzugsbereich der Etsch, ist als inneralpines Trockengebiet für viele Taxa ein Verbreitungsschwerpunkt. In den tieferen Lagen sind dort *Festuca valesiaca*, *F. stricta* subsp. *sulcata*, subsp. *trachyphylla* und *F. bauzanina* (PILS) S. ARNDT subsp. *bauzanina* zu finden. In Höhen über 1000 m steigen

von ihnen nur *Festuca stricta* subsp. *sulcata* und *F. s.* subsp. *trachyphylla* auf. Hinzu kommen dort die höher polyploiden Sippen wie *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica* S. ARNDT, *Festuca laevigata* und *Festuca guinochetii* (BIDAULT) S. ARNDT. Die letztgenannte Sippe ist westlich des Ortlermassivs außerdem im nördlichen Addatal und im östlichen Oberengadin zu finden. Im klimatisch trocknen Addatal kommt sonst nur noch *Festuca valesiaca* und nahe der Provinz Como auch *F. stricta* subsp. *trachyphylla* vor. Nördlich der Berninagruppe im Unterengadin und östlichen Oberengadin existieren Mischpopulationen aus *Festuca stricta* subsp. *sulcata*, subsp. *trachyphylla* und *F. bauzanina* subsp. *rhaetica*. Nach Westen dünnt diese Sippenvielfalt langsam aus und es sind nur noch *Festuca guinochetii* und noch weiter westlich, weit im Oberengadin, als einziger Vertreter der *F. valesiaca*-Gruppe *F. stricta* subsp. *trachyphylla* zu finden. In den niederschlagsreicheren Höhenlagen Graubündens ist *Festuca laevigata* ± weit verbreitet. Weiter west-südwestlich, am Südrand der Alpen, in den warmen Gebieten des Kantons Tessin und in der Provinz Como befindet sich das ± geschlossene Areal der *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis*. Dort sind außer in den höheren Lagen des Tessin (*Festuca laevigata*) keine weiteren Vertreter der behandelten Gruppen verbreitet. Noch weiter im Westen befindet sich mit dem Wallis eines der trockensten Alpentäler. In den Steppenrasen dieses Trockentals findet man als Vertreter der *Festuca valesiaca*-Gruppe ausschließlich *F. valesiaca*. Gelegentlich mischt sich in diese Populationen, die in höheren Lagen weiter verbreitete *Festuca laevigata*. Nördlich von Wallis und Rheintal sind die Niederschläge deutlich höher. Dort findet man in lokalklimatisch günstigen Bereichen *Festuca valesiaca* (Kanton St. Gallen, z.T. adventiv) und *F. stricta* subsp. *trachyphylla* (Kantone Bern, Nidwalden, Thurgau) sowie in hochmontanen und subalpinen Lagen *Festuca laevigata* (Kantone Bern, St. Gallen, Appenzell). Im Schweizer und Französischen Jura kommt von diesen drei Sippen *Festuca valesiaca* zunehmend seltener vor. Südlich des Wallis befindet sich mit dem Aostatal ein weiteres, extrem trockenes Ost-West ausgerichtetes Alpental. Dort ist *Festuca valesiaca* weit verbreitet und häufig mit *F. cinerea* VILL. vergesellschaftet. Außerdem kommt in den Höhenlagen *Festuca laevigata* vor, die ähnlich wie im Wallis zuweilen in tiefere Lagen vordringt (z.B. St. Vincent). Im südwestlich des Aostatals gelegenen oberen Isèretal sind erneut *Festuca valesiaca* und *F. laevigata* in Trockenrasen miteinander vergesellschaftet. Letztere wächst sowohl in den Höhenlagen südlich Val d'Isère als auch im östlichen Arc-Tal zusammen mit *Festuca valesiaca*. Im niederschlagsarmen Arc-Tal ist sonst nur noch *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* verbreitet, die auch im nahe gelegenen Gebiet der oberen Dora Riparia zusammen mit *F. laevigata* zu finden ist. Von dort nimmt der mediterrane Klimaeinfluss nach Süden stark zu und es sind aus den hier behandelten Gruppen nur noch *Festuca laevigata* und *F. stricta* subsp. *trachyphylla* in den hochmontanen bis subalpinen Lagen anzutreffen. *Festuca laevigata* ist bis in den Süden der Region Piemonte noch südlich des Col de Tende verbreitet, auf dem auch noch *F. stricta* subsp. *trachyphylla* nachgewiesen werden konnte. In den tieferen Lagen der Departments Hautes-Alpes, Alpes-de-Haute-Provence und Alpes Maritimes, vom oberen Durancetal bis in die Gegend um Nizza, sind Vertreter der *Festuca valesiaca*- und *F. laevigata*-Gruppe seltener und z.T. fehlend. Dort wachsen Sippen wie *Festuca cinerea*, *F. gracilior* (HACK.) MARKGR.-DANN. und *F. marginata* (HACK.) K. RICHT. Weiter im Westen, im Grand Canyon du Verdon des Department Var,

befindet sich das bisher einzige nachgewiesene Vorkommen von *Festuca ticinensis* subsp. *billyi* in den Alpen (ŠMARDÁ et al. im Druck).

6 MORPHOLOGIE, ANATOMIE UND WEITERE MERKMALE

6.1 Lebensdauer, Wuchsform und Habitus

Alle Sippen der *Festuca valesiaca*- und *Festuca laevigata*-Gruppe sind perennierende Horstgräser. Sie bilden keine Ausläufer und ihre Innovationstriebe entstehen intravaginal, das heißt, sie wachsen innerhalb der Blattscheide des jeweils älteren Blattes empor. Die Pflanzen dieser Gruppen sind Hemikryptophyten, deren Erneuerungsknospen sich oberhalb des Bodens befinden. Halme und Blätter stehen \pm aufrecht. Die Basis der Triebe ist stets von mehreren abgestorbenen Blattscheiden umhüllt. Alle diese Merkmale sind typisch für die gesamte *Festuca ovina*-Gruppe und tragen nicht zur Unterscheidung der Sippen und deren systematische Gliederung bei.

Diese Horstgräser wirken oft als Bodenbefestiger auf Rohböden, wie z.B. Moränenschutt. Die meisten von ihnen wachsen ebenfalls in Felsnischen oder auf locker bewachsenen, flachgründigen Böden über Felsgestein. Während die Vertreter der *Festuca valesiaca*-Gruppe hauptsächlich in Trocken- oder Halbtrockenrasen vorkommen, wachsen die Sippen der *F. laevigata*-Gruppe auch häufig in Bergwiesen.

6.2 Halme

Die Halme der untersuchten Gruppen liefern keine diagnostisch wichtigen Merkmale. Schon Hackel (1882) bildete Querschnitte von Sprossachsen ab. Man kann außer Leitbündel auch eine charakteristische Anordnung von Sklerenchymsträngen beobachten, die jedoch nicht sippenspezifisch ist. Außen sind die Halme meist glatt und kahl. Unterhalb der Rispe können sie durch kurze Haare rau sein. Es sind in der Regel ein bis maximal drei kahle Knoten vorhanden, wobei das oberste Halmglied (Internodium) meist viel länger als die unteren ist.

6.3 Blätter

Morphologie und Anatomie der Blätter, besonders der Grundblätter, der Gattung *Festuca* liefern diagnostisch wichtige Merkmale, um Sippen zu differenzieren. Die Blattspreiten der sterilen Triebe und der Halme sind conduplicat, also gefalzt mit nahezu parallel zueinander stehenden Hälften. Die Blätter sind xeromorph und hyperstomatisch. Auf der nach außen sichtbaren Blattunterseite sind nur sehr selten einzelne Stomata zu finden. Anastomosen zwischen den subepidermalen Sklerenchymbündeln und den Sklerenchymringen um die Gefäßstränge, wie sie zum Beispiel bei einigen Sippen der *Festuca rubra*-Gruppe bzw. oft bei breitblättrigen Arten der Gattung auftreten sind eher selten (z.B. KERGUÉLEN & PLONKA 1989, CONERT 1998) aber bei *Festuca laevigata* schon beobachtet worden.

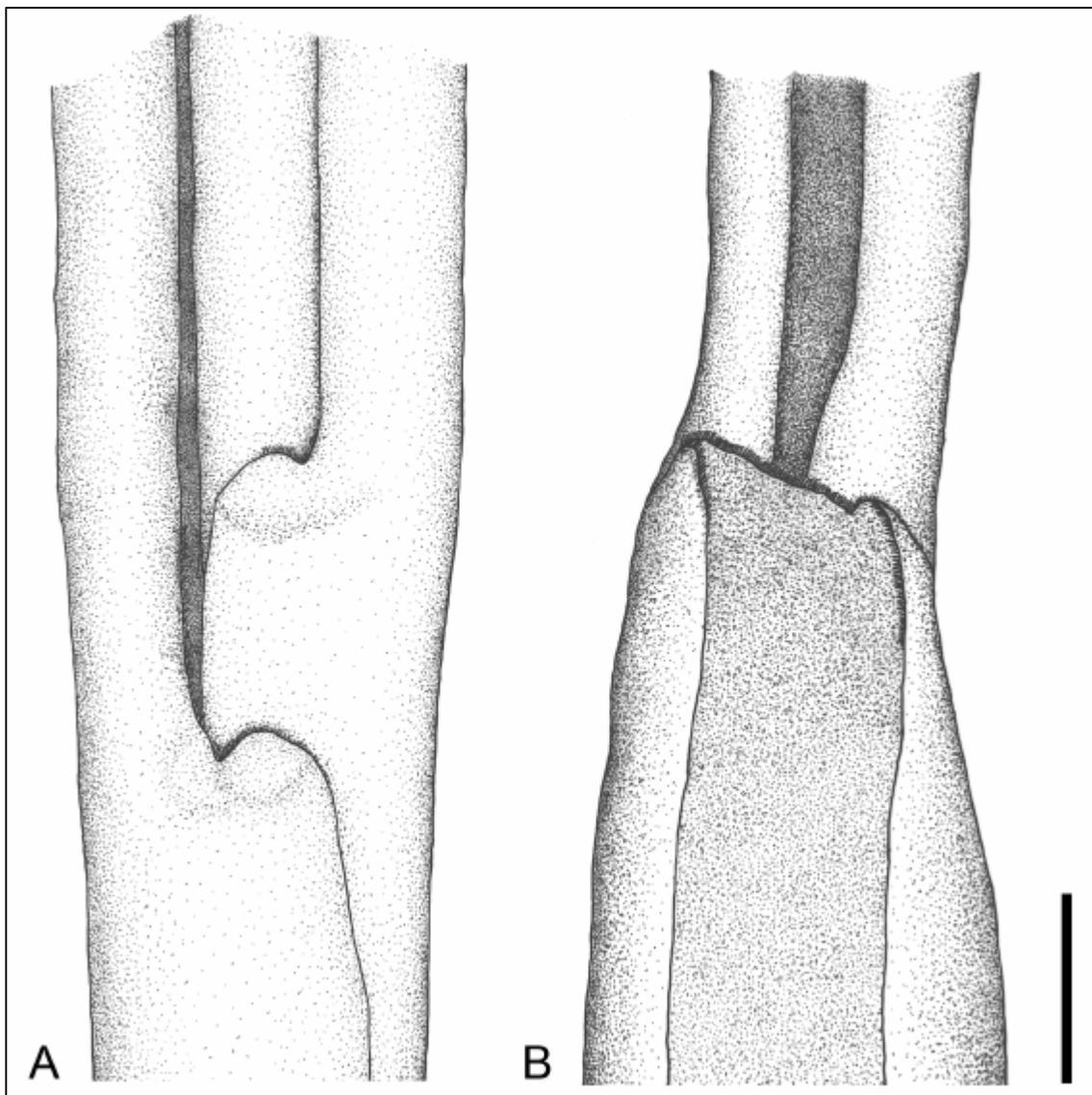


Abb. 3. Übergangsbereich Blattscheide/ Blattspreite eines Grundblatts. A) Steriler Trieb mit drei Grundblättern; bei zwei Blättern sind im Übergangsbereich zwischen Blattscheide und Blattspreite die marginal bewimperten Blattohrchen zu sehen. B) Adaxiale Seite des Übergangsbereichs zwischen Blattscheide und Blattspreite; etwa in der Mitte ist die kurze, marginal bewimperte Ligula zu sehen; nach oben setzt sich das Blatt in die conduplicat gefaltete Blattspreite fort. (Maßstab = 1 mm).

Die Blattscheiden der Halmblätter bieten keine Differentialmerkmale. Sie liegen dem Halm \pm dicht an, sind gerieft, bis zur Basis offen und tragen im Übergangsbereich zu den Blattspreiten einen sehr schmalen, häutigen, am oberen Rand bewimperten Saum als Ligula sowie zwei \pm am Rand bewimperte Blattohrchen. Wichtigstes Merkmal der Blattscheiden der sterilen Triebe ist der Grad der Verwachsung ihrer Ränder (der Blattscheidenschluss) sowie in einigen Fällen die Behaarung. Im Übergangsbereich von Blattscheide und Blattspreite befindet sich eine wie bei den Halmblättern gestaltete Ligula. Am Rand dieses Übergangsbereichs befinden sich ebenfalls Blattohrchen. Sie sind in der Regel unauffällig gestaltet und klein. Die Länge der Wimpern am Rand der Blattohrchen kann unterschiedlich ausgeprägt sein. Variationen in der Dichte und Länge dieser Haare charakterisieren jedoch höchstens Populationen einzelner Sippen und sind nicht sippenspezifisch. Auf der abaxialen

Epidermis können sich verschieden strukturierte Wachsauflagerungen befinden. Es gibt entweder kleine Plättchen von 2-5 µm Länge/ Durchmesser, größere Plättchen von ca. 10 µm Länge/ Durchmesser und Stäbchen zwischen 5 und 15 µm Länge. Es wurde aber kein sippenspezifischer Zusammenhang bei den Wachsauflagerungen nachgewiesen. Die Lebensdauer der Blätter überschreitet meist nicht ein Jahr. Durch das konstante Wachstum auch in warmen Phasen der Winterzeit sind stets grüne und ± frische Blätter in den Horsten zu finden.

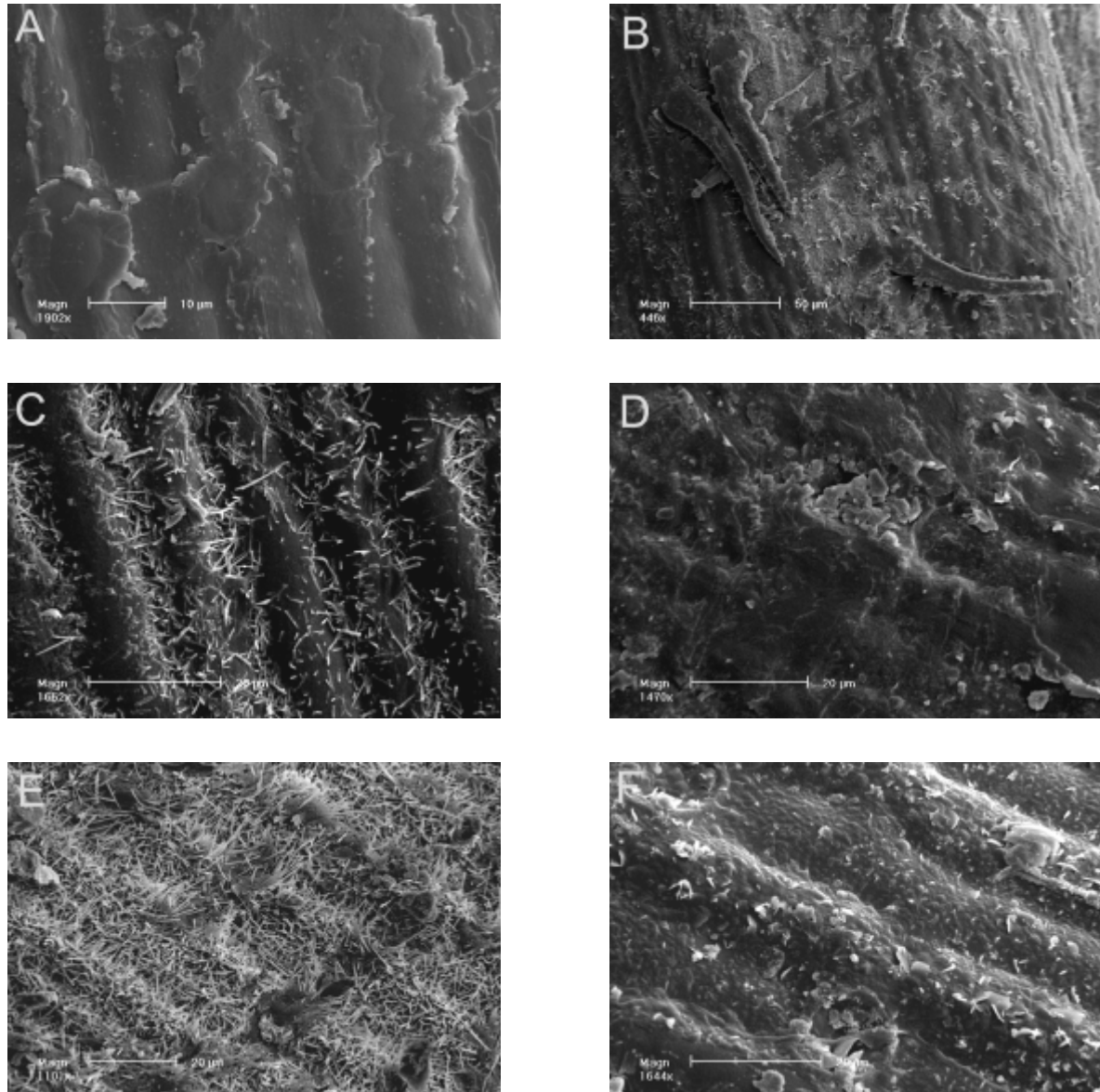


Abb. 4. Wachsauflagerungen der abaxialen Blattepidermis. A) *Festuca bauzanina* subsp. *baizanina*; B) *F. stricta* subsp. *trachyphylla*; C) *F. ticinensis* subsp. *ticinensis*; D) *F. laevigata*; Zum Vergleich aus der *F. cinerea*-Gruppe E) *F. gracilior* und F) *F. cinerea*.

6.3.1 Blätter der *Festuca valesiaca*-Gruppe

Alle Sippen dieser Gruppe besitzen als ein entscheidendes, gemeinsames Merkmal eine behaarte abaxiale Epidermis der Grundblätter. Dieser Zustand lässt sich an der Rauheit der Blätter im Feld gut erkennen. Die Stärke der Behaarung der Grundblätter kann aber sowohl zwischen als auch innerhalb der einzelnen Sippen beträchtlich schwanken. So sind die Blätter bei *Festuca valesiaca* auf ihrer gesamten Länge stets deutlich rau, die bei *F. stricta* subsp. *trachyphylla* jedoch gelegentlich nur im apikalen Viertel.

Bei den Sippen *Festuca valesiaca* und *F. stricta* s.l. sind die Blattscheiden in der Regel fast bis zum Grund offen. Die höherploiden Sippen um *Festuca bauzanina* s.l. und *F. guinochetii* haben hingegen oft zur Hälfte, teilweise sogar noch höher geschlossene Blattscheiden. Der systematische Wert der Blattdurchmesser der Grundblätter wurde in der Vergangenheit überbewertet (z.B. SÓO 1955, BIDAULT 1966, 1967). In vielen Fällen ist es nicht möglich, aufgrund dieses Merkmals eine eindeutige Trennung der diploiden *Festuca valesiaca* und der hexaploiden *F. stricta* subsp. *sulcata* vorzunehmen. Auch die in der Vergangenheit oft verwendete bläuliche Bereifung der Blätter ist innerhalb des Untersuchungsgebiets kein konstantes Merkmal. Zwar sind die Blätter von *Festuca valesiaca* durch epidermale Wachauflagerungen in der Regel blau bereift, aber es gibt auch häufig, wie in allen anderen Sippen dieser Gruppe, Populationen mit unbereiften, grünen Blättern.

Anatomische Unterschiede der Grundblätter zwischen den Taxa der Gruppe zeigen am besten die Blattquerschnitte. Außer der im Gebiet nicht vorkommenden *Festuca stricta* subsp. *stricta* tendieren alle Sippen zur Anordnung der subepidermalen Sklerenchymbündel in drei Hauptsträngen. Davon befindet sich ein Bündel abaxial in der Blattmitte und je ein weiteres an den Blatträndern. Zwischen den randständigen Bündeln und der Blattmitte können noch weitere Sklerenchymbündel auftreten. Bei *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* und der Population von *F. valesiaca* s.str. der Colli Euganei in Nord-Italien sowie selten bei allen anderen Taxa der *F. valesiaca*-Gruppe ist eine Tendenz zur Ringbildung des Sklerenchyms zu erkennen. Ist der Sklerenchymring bei diesen Sippen tatsächlich geschlossen, so sind sie dennoch aufgrund der Verdickungen des Sklerenchyms an den Rändern und der Blattmitte von den ringbildenden Sippen der *Festuca ovina*-Gruppe und von *F. stricta* subsp. *stricta* zu unterscheiden.

Die adaxiale Epidermis weist in der Ansicht des Blattquerschnitts eine ± einheitliche Struktur innerhalb der *Festuca valesiaca*-Gruppe auf. In der Regel besitzt sie vier Furchen und demzufolge drei zentrale Rippen. Nur selten existieren ein bis zwei zusätzliche Furchen. Dieses Phänomen tritt am häufigsten bei *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* auf. Einige Zellen der oberen Epidermis im Bereich der Furchen sind oft stark vergrößert, die so genannten bulliformen Zellen. Sie sind für die Systematik innerhalb der Gruppen wahrscheinlich unbedeutend, da sie nur selten in der *Festuca valesiaca*-Gruppe aber sehr oft in der *F. laevigata*-Gruppe auftreten.

Ein sehr wichtiges Kriterium für die Trennung von Taxa ist die Anzahl der Gefäßstränge im Blattquerschnitt. Sie schwankt in der Regel innerhalb der *Festuca valesiaca*-Gruppe zwischen fünf (*Festuca valesiaca*, *F. stricta* subsp. *sulcata*, *F. bauzanina* subsp. *bauzanina*) und sieben (*F. stricta* subsp. *trachyphylla*, *F. bauzanina* subsp. *rhaetica*, *F. guinochetii*) und kann bei den zuletzt genannten Sippen gelegentlich auch neun und sehr selten mehr

erreichen. Der zentrale Gefäßstrang und die beiden jederseits übernächsten Stränge haben im Querschnitt den größten Durchmesser.

Die abaxiale Epidermis ist innerhalb der *Festuca valesiaca*-Gruppe \pm gleich gestaltet. Sie setzt sich aus lang gestreckten Grundgewebszellen mit undulaten Zellwänden zusammen (60-250 x 12-30 μ m). In Längsrichtung befinden sich zwischen den Grundgewebszellen regelmäßig Paare aus Kurzzellen. Ein Kurzzellpaar besteht aus einer 4-8 μ m langen Korkzelle und einer fast rundlichen 15-20 μ m langen Kieselzelle. Die Kurzzellpaare sind darüber hinaus am äußersten Rand der oberen Epidermis zu finden. Die immer einzelligen Haare der abaxialen Epidermis stehen ebenfalls in Längsrichtung gesehen zwischen den lang gestreckten Grundgewebszellen. Bei weniger stark behaarten Pflanzen der *Festuca valesiaca*-Gruppe findet man sie in der Regel gehäuft unter den Sklerenchymsträngen. Sie sind 80-150 μ m lang. Am Blattrand sind kräftige, nach apikal gebogene, einzellige Haare vorhanden. Sie stehen dort meist dicht hintereinander, so dass die Blätter am Rand stets rau sind.

Die Grundgewebszellen der adaxialen Epidermis sind kürzer als die der abaxialen Epidermis. Ihre Länge schwankt von \pm so lang wie die dazwischen liegenden Stomata, also etwa 20 μ m bis über 80 μ m. Nur am Blattrand sind die Zellwände schwach undulat, sonst gerade. Zwischen den Grundgewebszellen der adaxialen Epidermis stehen in Längsrichtung zuweilen Korkzellen, die aber im Gegensatz zu denen der abaxialen Epidermis wesentlich länger sind (15-40 μ m). Die Korkzellen der adaxialen Epidermis sind lediglich innerhalb des ungefurchten, flachen Bereichs nahe dem Blattrand zu finden. Auf den Rippen fehlen sie. Die obere Epidermis trägt die Stomata. Diese sind nicht gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt. Die meisten Stomata sind auf dem ungefurchten, äußeren Teil der adaxialen Epidermis zu finden. Zusätzlich befinden sich meist zahlreiche Stomata an den Rändern der Furchen, nie jedoch am Grund der Furchen, wo sich die bulliformen Zellen befinden. Auf den Rippen fehlen die Spaltöffnungen fast vollständig. Dafür sind die Haare der Blattoberseite mehr auf den Rippen zu finden und weniger in den Furchen und auf dem flachen Randbereich. Die Länge der Stomata ist für die Bestimmung der einzelnen Sippen innerhalb der *Festuca valesiaca*-Gruppe ein wichtiges Merkmal, da sie indirekt Auskunft über die Ploidiestufe geben kann. Dieses Merkmal trennt nicht eindeutig zwei benachbarte Ploidiestufen wie z.B. tetraploid/ hexaploid oder hexaploid/ oktoploid. Gut anzuwenden ist es aber zur Unterscheidung der im Blattquerschnitt nahezu identischen diploiden *Festuca valesiaca* und hexaploiden *F. stricta* subsp. *sulcata*.

6.3.2 Blätter der *Festuca laevigata*-Gruppe

Die Grundblätter dieser Gruppe sind hinsichtlich ihrer Behaarung nicht einheitlich ausgebildet. Kahle Blätter wurden bisher als ein klassisches Merkmal bei *Festuca laevigata* angesehen. Lediglich bei der subsp. *crassifolia* sollten die Blätter im apikalen Bereich behaart sein. Ich fand jedoch im Verlauf der Untersuchungen Pflanzen deren Blätter fast auf ganzer Länge zumindest zerstreut behaart sind.

Die Blattscheiden der Grundblätter sind innerhalb dieser Gruppe meist zwischen einem Viertel und zwei Dritteln geschlossen. Nur sehr selten sind sie bis zum Grund offen. Die

Behaarung der Blattscheiden der Grundblätter kann in dieser Gruppe von dicht flaumig behaart bis völlig kahl variieren. Der Durchmesser der Grundblätter ist in dieser Gruppe kein geeignetes systematisches Kriterium. Auch die Färbung oder Bereifung der Blätter ist innerhalb der Taxa nicht konstant und lässt keine genauen Aussagen zu. Lediglich *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* ist häufiger blau bereift.

Der Querschnitt der Grundblätter zeigt Unterschiede zwischen den verschiedenen Sippen, die aber nicht so auffällig sind wie in der *Festuca valesiaca*-Gruppe. Das Sklerenchym ist oft ringförmig bzw. unterbrochen ringförmig angeordnet. Allein aufgrund der Sklerenchymanordnung lassen sich keine infraspezifischen Taxa unterscheiden. Hierfür müssen stets weitere Merkmale hinzugezogen werden.

Die adaxiale Epidermis zeigt im Querschnitt vier und nur selten fünf bis sechs Furchen. Sie hat also 3-5 deutliche und selten mehr Rippen. Bulliforme Zellen im Bereich der Furchen fehlen in der adaxialen Epidermis der *Festuca laevigata*-Gruppe selten. Der Querschnitt der Grundblätter zeigt mindestens sieben Gefäßstränge. Häufig sind es acht oder neun, selten zehn oder mehr. Der zentrale Gefäßstrang und die beiden jederseits übernächsten Stränge haben den größten Durchmesser.

Die abaxiale Epidermis ist ähnlich gestaltet wie in der *Festuca valesiaca*-Gruppe. Die Kurzzellpaare bestehen aus einer 4-10 µm langen Korkzelle und einer 15-25 µm langen, fast rundlichen Kieselzelle. Sie sind oft auch am Blattrand der adaxialen Epidermis zu finden. Die Grundgewebszellen der adaxialen Epidermis sind in der Regel kürzer (40-160 µm) als die der abaxialen Epidermis (40-220 µm) und besitzen ± gerade, am Blattrand oft schwach undulate Zellwände. Zwischen ihnen stehen die maximal 25 µm langen Korkzellen und die einzelligen Haare. Nach PILS (1979) soll sich die adaxiale Epidermis von *Festuca laevigata* durch das Vorhandensein von Kieselzellen auszeichnen. Nach meinen Beobachtungen ist das, wie bei allen feinblättrigen *Festuca*-Arten, auch bei *F. laevigata* ein selten auftretendes Merkmal. Die Anzahl und Länge der Haare der adaxialen Epidermis schwankt innerhalb eines großen Bereichs (160-640 µm). Ihre Anordnung sowie die Verteilung der Stomata ist vergleichbar mit den Vertretern der *Festuca valesiaca*-Gruppe.

6.4 Rispen

Die Rispen tragen bei allen Sippen der beiden Gruppen zahlreiche Ährchen. Der unterste Seitenast der Rispe steht einzeln an der Rhachis. Von seiner Basis zweigen selten ein bis zwei Seitenäste 2. Ordnung mit ein bis wenigen Ährchen ab. In ihrer oberen Hälfte sind die Rispen verarmt und die Ährchen stehen oft direkt an der Rhachis der Rispe. Die Rhachis besitzt im basalen Bereich eine abgeflachte bzw. konkave Seite, die unbehaart ist, sowie eine konvexe und gerippte Seite. Die Ränder zwischen den beiden Seiten und die Rippen der konvexen Seite sind mit kräftigen, steifen Haaren besetzt. Weiter apikal werden die Rhachis und ihre Seitenäste schmaler und ihr Querschnitt eher dreieckig. Dann sind zwei Seiten gerade bis leicht konkav und die dritte konvex und gerippt. Hinzu kommen sehr kurze, zerstreut stehende Haare auf den geraden bzw. konkaven Flächen. Die Kanten dieser Achsen im apikalen Bereich der Rispe sind stark behaart. Die Länge der Ährchenstiele ist

sehr variabel und schwankt in der Regel auch innerhalb eines Ährchens zwischen 0,5-5(-6) mm.

Vor und nach der Blütezeit sind die Rispen stark zusammengezogen und ihr Durchmesser beträgt selten mehr als 15 mm. Während der Blütezeit sind die Seitenäste der Rispen als Anpassung an die Windbestäubung weit ausgebreitet und stehen fast orthogonal zur Rhachis.

6.5 Ährchen

Die Rhachilla ist dorsiventral abgeflacht. Meist tragen ihre Internodien auf der dorsalen, jeweils blütenabgewandten Seite 50-150 µm lange einzellige Haare. Die ventrale, den Blüten zugewandte Seite ist kahl bis zerstreut mit sehr kurzen Haaren besetzt, ähnlich der abgeflachten Seite der Rhachis der Rispe.

An der Basis der Ährchen stehen in der Regel zwei lanzettliche Hüllspelzen. In seltenen, abnormalen Fällen können drei Hüllspelzen ausgebildet werden. Bei beiden Untersuchungsgruppen sind die Hüllspelzen ähnlich. Die untere Hüllspelze ist stets einnervig und erreicht etwa zwei Drittel der Länge und Breite der oberen. Die obere Hüllspelze ist dreinervig und in ihrer Größe kaum von den Deckspelzen zu unterscheiden. Beide Hüllspelzen haben einen schmalen, aber deutlichen, hyalinen Rand. Ihre Behaarung ist variabel oder fehlt und ist ohne systematische Bedeutung (siehe unten, Behaarung der Deckspelze). Oft befindet sich auf dem Mittelnerv eine Reihe kräftiger, nach apikal gerichteter Haare.

Die schmal eiförmigen Deckspelzen sind die Tragblätter der Blüten und stehen wie die Hüllspelzen zweizeilig an der Ährchenachse. An ihrer Basis befindet sich ein wulstförmiger Ring, der Kallus, mit dem sie an der Ährchenachse ansitzen. Der Kallus ist bei allen hier behandelten Sippen kahl. Die Deckspelzen sind stets fünfnervig, wobei der Mittelnerv bei allen Sippen der behandelten Gruppen in eine ± lange Granne ausläuft. Auf dem Mittelnerv sowie distal auf der Fläche zwischen den Nerven der Deckspelzen können, wie bei den Hüllspelzen, kräftige, nach apikal gerichtete Haare stehen. Diesen wurde in der Vergangenheit oft systematische Bedeutung beigemessen. Dieses Merkmal ist bei keiner untersuchten *Festuca*-Sippe konstant und kann besonders innerhalb von Populationen der Sippen höherer Ploidiestufen (von $2n=6x$ aufwärts) sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. Ebenso verhält es sich mit den zum Teil sehr langen (bis 0,5 mm) Haaren am Deckspelzenrand. Die Behaarung des Deckspelzenrandes kann innerhalb eines einzelnen Taxons fehlen oder auf dessen gesamter Länge vorhanden sein. Dieser Rand ist besonders in der distalen Hälfte ± breit deutlich hyalin. Die Granne ist gerade und allseitig mit apikal ausgerichteten, kräftigen Haaren besetzt. Die Länge der Granne ist gelegentlich diagnostisch wichtig. Besonders *Festuca laevigata* hat in der Regel sehr lange Grannen. Innerhalb der *Festuca valesiaca*-Gruppe sind die kürzesten Grannen bei *F. valesiaca* zu finden, wobei die längsten Grannen nicht unbedingt bei den höchsten Ploidiestufen vorkommen.

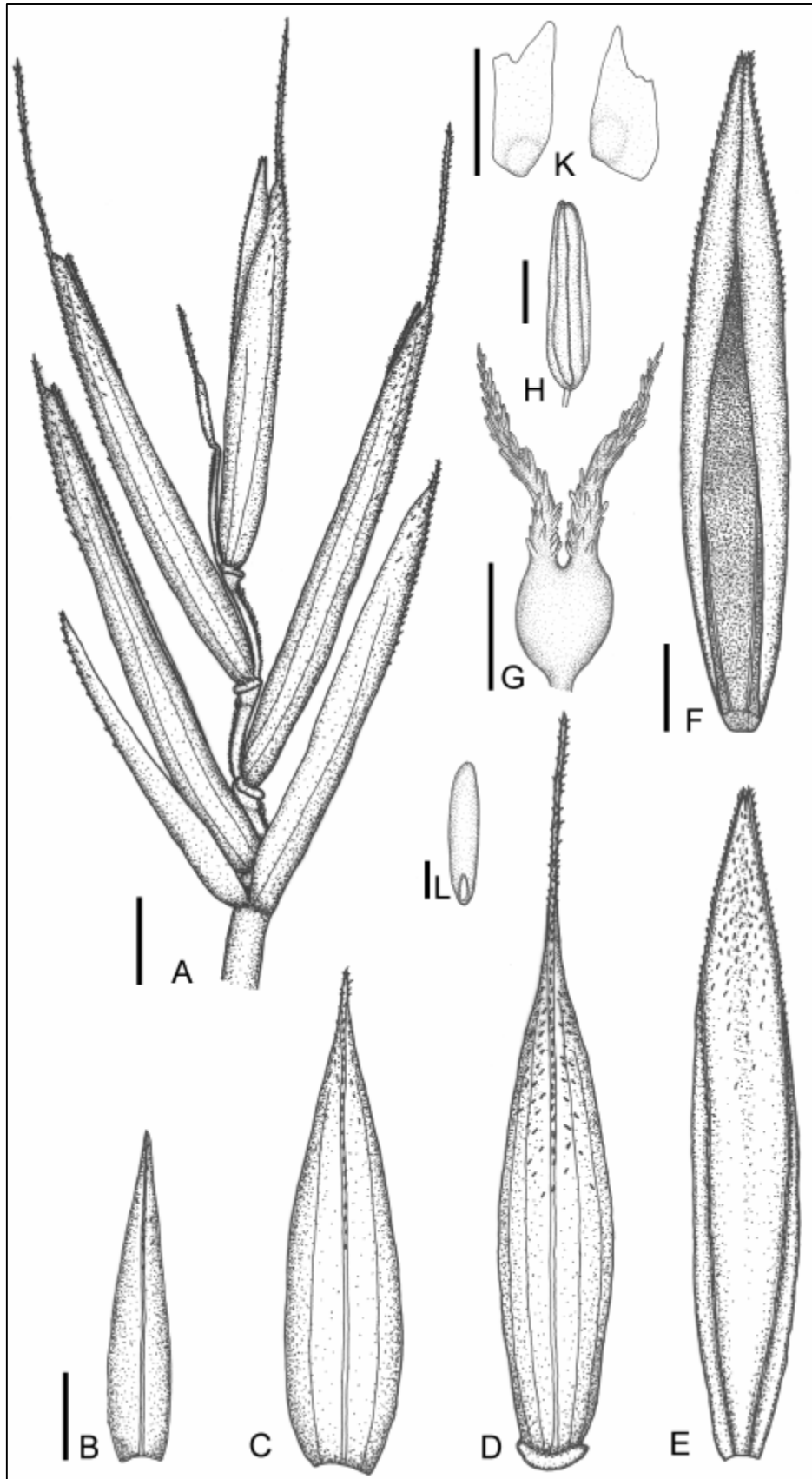


Abb. 5. Ährchen von *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis*. A) Habitus des Ährchens; B) Untere Hüllspelze; C) Obere Hüllspelze; D) Deckspelze; E) Abaxiale Seite der Vorspelze; F) Adaxiale Seite der Vorspelze; G) Fruchtknoten mit Narbenästen; H) Anthere; I) Lodiculae; J) Reife Karyopse. (Maßstab = 1 mm).

Die Vorspelze umhüllt die fertilen Organe der Blüte. Sie besitzt zwei deutliche, dorsal in der apikalen Hälfte behaarte und in der basalen Hälfte meist nur raue Kiele, und läuft apikal in zwei Zipfel aus. Der abaxiale Bereich der Vorspelze ist abgeflacht, während die Flächen seitlich der Kiele nach adaxial umgeklappt sind und Fruchtknoten sowie Staubblätter umschließen. Außer den beiden Kielen besitzt die Vorspelze keine weiteren Nerven. Im apikalen Bereich ist sie abaxial sowohl auf den Nerven als auch \pm dicht auf der Fläche behaart. Die Ränder der Vorspelzen sind auf der ganzen Länge \pm gleichmäßig breit hyalin. Zur Blütezeit sind Deck- und Vorspelzen etwa gleich lang.

Auf die Vorspelze folgen in der Blüte die beiden kahlen Lodiculae. Sie haben keine weitere Bedeutung für systematische Untersuchungen innerhalb der untersuchten Gruppen. Ihre Länge schwankt zwischen 1-1,5 mm. Sie sind im unteren Viertel bis Fünftel fleischig verdickt und bestehen dort aus \pm eiförmigen Zellen. Auf dem Rest ihrer Länge sind sie spelzenartig abgeflacht, setzen sich dort aus lang gestreckten, dünnwandigen Zellen zusammen und laufen apikal spitz zu oder sind zuweilen zerschlitzt.

In allen Blüten befinden sich stets je drei Antheren. Ihre Filamente verlängern sich zur Blütezeit stark, so dass sie weit aus der Deckspelze heraushängen während sie den Pollen entleeren. Im juvenilen Zustand werden die Antheren von den lateralen Lappen der Vorspelze umschlossen. Die Länge der reifen Antheren nimmt in der Regel mit steigendem Ploidiegrad zu. Als diagnostisches Merkmal ist die Antherenlänge dennoch wenig nützlich, da sie besonders bei hohen Ploidiestufen sehr variabel ist (siehe Artbeschreibungen).

Die Sippen der Gattung *Festuca* haben monoporaten Pollen mit einer glatten, nicht auffallend strukturierten Exine. Der Durchmesser der Pollenkörner steht in der gleichen Abhängigkeit zur Ploidiestufe wie die Antherenlänge. Durch große Überlappungsbereiche zwischen den einzelnen Ploidiestufen ist sein diagnostischer Wert jedoch gering (siehe Spezieller Teil). EHRENBERGEROVA (1998, unpublizierte Diplomarbeit) hingegen vermochte aufgrund der Pollendurchmesser di- und tetraploide Sippen voneinander zu trennen. Auch BIDAULT (1967) gab sehr geringe Schwankungen bei den Pollengrößen für die unterschiedliche Ploidiestufen an. Im Fall der nach morphologischen Merkmalen nicht immer leicht voneinander zu trennenden diploiden *Festuca valesiaca* und hexaploiden *F. stricta* subsp. *sulcata* kann der Durchmesser der Pollenkörner jedoch hilfreich sein.

6.6 Frucht

Der junge Fruchtknoten ist kugelig bis eiförmig. Am apikalen Ende ist er kahl und trägt zwei etwa zwei- bis dreimal so lange, gefranste Griffel. Wie die Antheren, so hängen auch die Griffel zur Blütezeit aus der Deckspelze heraus. Auf diese Weise kann der anemochore Pollen aufgefangen werden.

Die Früchte der Süßgräser sind Karyopsen. Die Karyopsen haben wie die Achänen der Asteraceae ein dünnes, einheitliches Perikarp und entwickeln sich aus einem oberständigen Fruchtknoten. Das Perikarp ist mit der Testa des Samens verwachsen. Der Wandaufbau der

reifen Karyopsen lässt zwischen den untersuchten Sippen keine Unterschiede erkennen. Er ist zur systematischen Klassifizierung innerhalb der Gattung, im Gegensatz zu den Achänen der Asteraceen, nicht geeignet. Die Karyopse ist vollständig mit Stärke gefüllt. Der Embryo liegt dem Endosperm im Samen an dessen Basis an. Seine Spross- und Wurzelanlage sind von geschlossenen Scheiden umhüllt (Koleoptile und Koleorhiza). Der Querschnitt der Karyopsen ist oval. Auf der Vorspelzenseite besitzen sie ein linealisches Hilum, das etwa $\frac{3}{4}$ der Karyopsenlänge einnimmt. Eine klimatisch bedingte Dormanz der Karyopsen der hier untersuchten Sippen war nicht festzustellen. Reife, trockene Karyopsen keimen jederzeit aus. Ihre Haltbarkeit im Boden ist zeitlich sehr begrenzt. Alle Früchte, die im Herbst oder darauf folgenden Frühjahr nicht keimen, überdauern nicht weiter in einer Samenbank. Die Diasporen bestehen nicht allein aus den Karyopsen. Jede Frucht bildet mit ihrer Deck- und Vorspelze eine Ausbreitungseinheit. Dabei zerbricht die Ährchenachse stets unterhalb der jeweiligen Deckspelze. Das über dem Blütenansatz liegende Internodium der Ährchenachse ist ebenfalls Teil der Ausbreitungseinheit.

6.7 Inhaltsstoffe

Untersuchungen über die Inhaltsstoffe der Gattung *Festuca* beinhalteten bisher meist die als Futtergräser nutzbaren Vertreter der Subg. *Schedonorus* (*Festuca pratensis* Hudson, *F. arundinacea* SCHREBER) und Subg. *Festuca* (*F. rubra* L. s.l.). Zu diesen Taxa ist bei CONERT (1998) verschiedene Literatur erwähnt. Charakteristisch für viele Poaceen sind die Silikateinlagerungen in den Kieselkurzzellen besonders der abaxialen Epidermis. Nach FROHNE & JENSEN (1998) finden sich Proteine in der Aleuronschicht und in den „protein bodies“ des Endosperms (Globuline, Albumine, Prolamine, Glutamine). Der wichtigste Inhaltsstoff der Samen ist jedoch die Stärke, die in Form von Stärkekörnern gespeichert ist. Weiterhin treten Fructane vom Inulintyp und Phleintyp auf. Als Polyphenole sind Flavonoide wie C-Glykosylflavone und Tricinglykoside zu finden. Außerdem kommen noch Protoalkaloide, cyanogene Glykoside und Cumarine vor (FROHNE & JENSEN 1998).

7. BLÜTE- UND BESTÄUBUNGSZEITEN

Die Blütezeit der untersuchten Sippen erstreckt sich von Ende Mai bis Ende Juli. Sie ist von der Vegetationsperiode der jeweiligen Höhenlage abhängig. Den Blühverlauf verschiedener Taxa der *Festuca ovina*-Gruppe im Tagesgang untersuchte schon PATZKE (1990, 2000). Er gab für die einzelnen Sippen oft eine sehr kurze und tageszeitlich genau festgelegte Aufblühzeit an und meinte, diese allein zur Abgrenzung von Taxa verwenden zu können. Auch die Angaben zur Aufblühzeit bei PATZKE & LOOS (2000) sind sehr kritisch zu bewerten, da nach eigenen Beobachtungen für die einzelnen Sippen zwar oft charakteristische Blühphasen registriert wurden, diese jedoch sehr weit überlappen und keinesfalls allein zur Abtrennung von Sippen herangezogen werden können. Im Verlauf der Untersuchungen zeigte sich auch, dass sogar dieselben Pflanzen in aufeinander folgenden Jahren verschiedene Aufblühzeiten haben können. Demgegenüber beobachteten PONOMAREV &

RUSAKOVA (1968) im Vergleich verschiedener Populationen zwischen *Festuca valesiaca* subsp. *parviflora* und *F. stricta* subsp. *sulcata* sippenspezifisches Verhalten bei Aufblühzeit und Dauer der Öffnung der Blüten.

Nachfolgend sind die untersuchten Sippen mit ihren Blüheigenschaften aufgeführt. Es handelt sich jeweils um einzelne Pflanzen verschiedener Populationen, weshalb sippenspezifische Rückschlüsse nur bedingt getroffen werden können. In den Abbildungen 6-9 sind die Daten graphisch dargestellt.

Die untersuchten Pflanzen von *Festuca valesiaca* stammen aus dem Wallis, dem Aostatal incl. Val di Cogne und dem Isèretal. Allgemein gibt es zunächst zwei längere Perioden im Tagesverlauf, in denen die Blüten geöffnet sind, entweder vormittags ca. zwischen 9:00 Uhr und 13:00 Uhr oder nachmittags ca. zwischen 15:00 Uhr und 19:00 Uhr. Eine zweite Möglichkeit besteht im Blühen sowohl am Vormittag als auch am Nachmittag mit einer mindestens vierstündigen Pause, in der die Blüten geschlossen bleiben. Die Ursachen für diese beiden Varianten sind unklar, da innerhalb einer Population und sogar bei ein und derselben Pflanze beide Varianten auftreten können (Abb. 6, 7).

Von *Festuca stricta* subsp. *sulcata* wurden nur wenige Populationen im Untersuchungsgebiet besammelt. Sie stammen aus dem Unterengadin bei Scuol und dem Gebiet um Zernez. Die Pflanzen aus der Gegend von Scuol kümmern in Kultur und brachten bisher nur wenige Blüten hervor, so dass sie hier nicht betrachtet wurden. Eine Zernezer Pflanze wurde vergleichend mit Exemplaren aus Kärnten untersucht. Sie verhält sich nicht auffällig verschieden zu den österreichischen Individuen. Alle Pflanzen der Sippe blühen einmal täglich in einem relativ engen Zeitfenster zwischen 14:00 und 17:45 (Abb. 6).

Die Exemplare von *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* öffnen ihre Blüten oft über längere Zeit. Ein wesentlicher Unterschied im Vergleich zur subsp. *sulcata* ist der Blühbeginn. In der Regel öffnen sich die Blüten schon vormittags. Man kann blühende Pflanzen zwischen 9:00 Uhr und 17:30 Uhr beobachten. Tendenziell öffnen und schließen sich die Blüten von Pflanzen aus dem westlichen Teil des Untersuchungsgebiets (St. Remy, Arc-Tal) eher als die von Pflanzen aus dem Ostteil (Ofenpass, Adda-Tal, Kärnten) (Abb. 6).

Festuca bauzanina subsp. *bauzanina* aus dem unteren Schnalstal, subsp. *rhaetica* aus dem weiteren Umfeld von Zernez und *F. guinochetii* aus der Gegend westlich von Bormio verhalten sich untereinander ähnlich. Normalerweise öffnen sich ihre Blüten vormittags nicht, sondern nur zwischen 13:00 Uhr und 18:00 Uhr. Die einzelnen Pflanzen stäuben nie länger als vier Stunden.

Ebenfalls nur etwa vier Stunden täglich blühen die Pflanzen von *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* aus dem Gebiet von S. Nicolao. Sie öffnen sich schon vormittags ab 10:30 Uhr und sind spätestens gegen 15:00 Uhr geschlossen (Abb. 8).

Eine weite Amplitude der Blütezeit im Tagesverlauf zeigt *Festuca laevigata* (Abb. 8). Die Blüten der Sippe sind in der Regel zwischen 10:30 Uhr und 17:30 Uhr geöffnet. Einzelne Pflanzen können durchaus schon eher am Morgen blühen, wobei die meisten Blüten nie länger als fünf Stunden geöffnet sind. Beginn und Dauer des Blühens sind innerhalb dieser Sippe so verschieden wie in keiner anderen. Auffallend ist das Verhalten einer Population auf dem Plateau des Col de Larche (Piemonte, Italien). Pflanzen dieser Population beginnen sehr früh am Tag zu blühen und schließen ihre Blüten in der Regel bevor alle anderen

Populationen von *Festuca laevigata* sie öffnen (Abb. 9). Das untersuchte Material stammt aus vielen, weiträumig verteilten Populationen des alpinen Areals der Sippe.

Die Population von *Festuca laevigata* aus dem Gebiet südöstlich von St. Vincent unterscheidet sich von anderen Populationen durch ein verspätetes Aufblühen im Tagesverlauf. Erst nachmittags ab 15:00 öffnen sich die ersten Blüten. Sie schließen sich alle bis spätestens gegen 18:00, so dass hier die kürzeste Blütezeit innerhalb der Gruppe vorliegt (Abb 9).

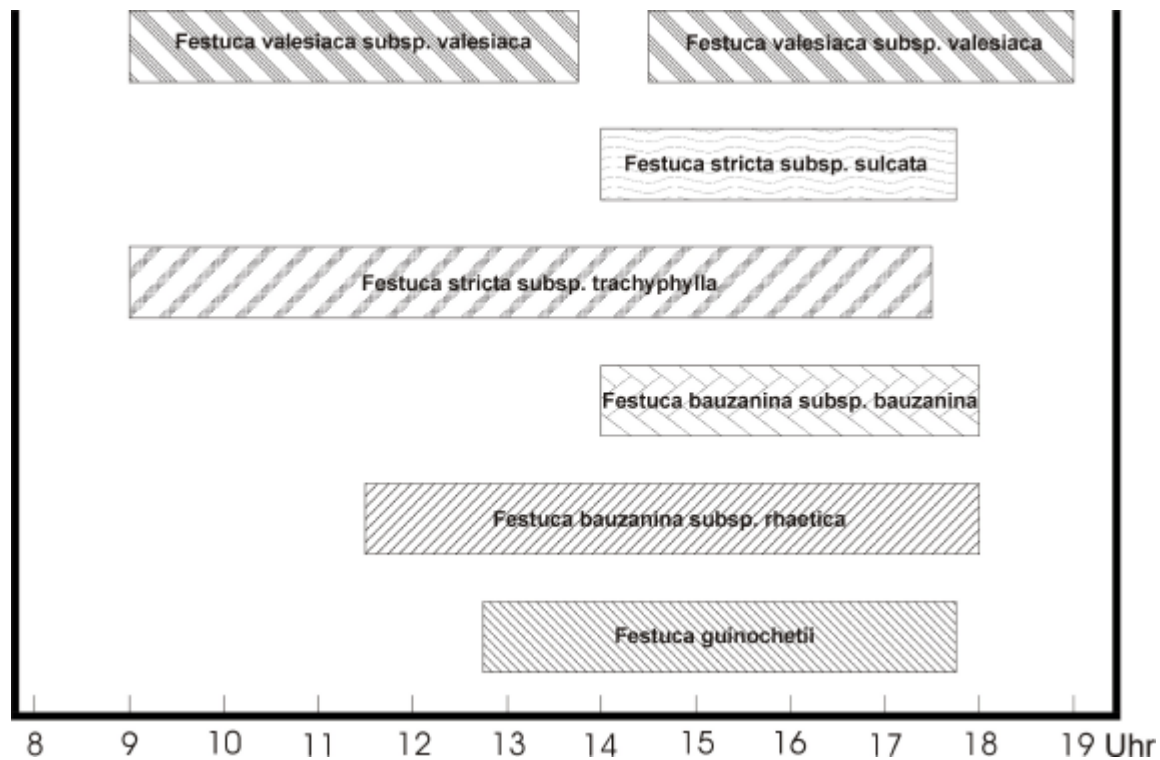


Abb. 6. Tageszeitliches Blühen einzelner Taxa der *Festuca valesiaca*-Gruppe.

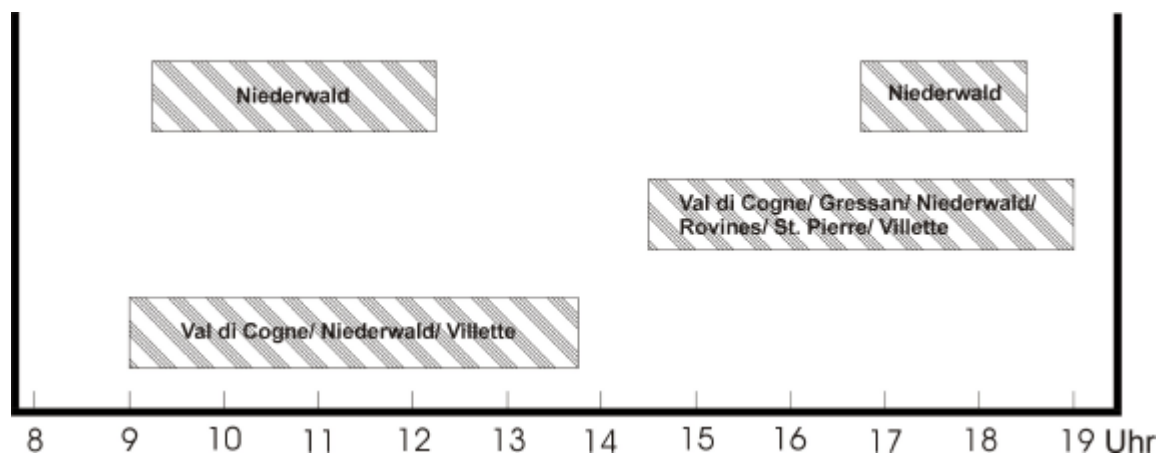


Abb. 7. Tageszeitliches Blühen verschiedener Populationen von *Festuca valesiaca*.

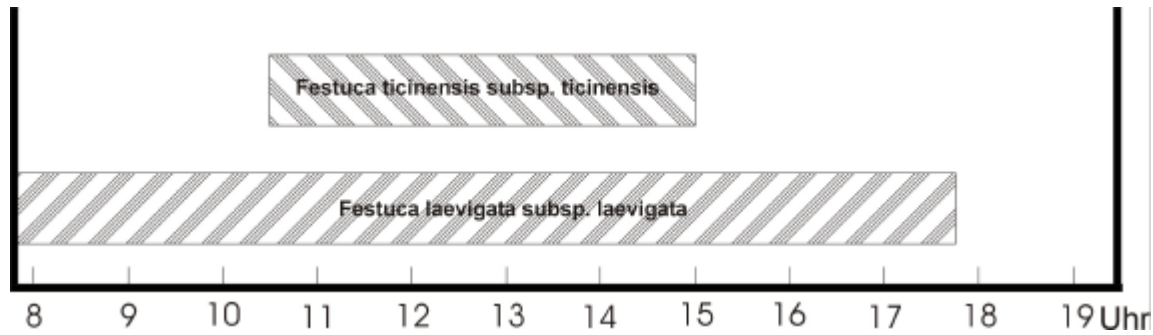


Abb. 8. Tageszeitliches Blühen einzelner Taxa der *Festuca laevigata*-Gruppe.

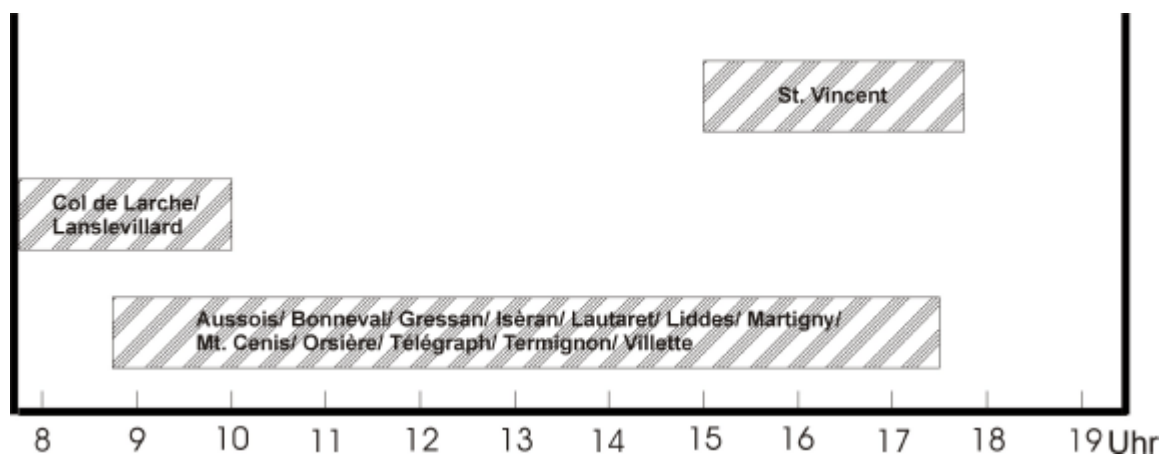


Abb. 9. Tageszeitliches Blühen verschiedener Populationen von *Festuca laevigata*.

Bei xenogamen Sippen stellen unterschiedliche Blütezeiten meist Isolationsmechanismen dar. Es ist jedoch sowohl bei entomogamen als auch bei anemogamen Blüten entscheidend von der räumlichen Trennung der Populationen abhängig, inwieweit eine wirkliche Isolation zustande kommt. Der windverbreitete Pollen kann größere Distanzen zurücklegen. Es stellt sich ebenso die Frage, wie lange der Pollen in der Luft keimfähig bleibt. Genaue Untersuchungen zu den Bestäubungsmechanismen in der Gattung *Festuca* fehlen aber bislang. Bei PONOMAREV & RUSAKOVA (1968) wird auf einen effektiven Isolationsmechanismus aufgrund der unterschiedlichen Blütezeit bei diploiden und hexaploiden Populationen der *Festuca valesiaca*-Gruppe hingewiesen, der meines Erachtens aus oben genannten Gründen nicht erwiesen ist.

Die Population von *Festuca laevigata* im Gebiet des Col de Larche ist räumlich wahrscheinlich nicht ausreichend von anderen Populationen der Art getrennt, so dass man bei ihrem Blühverhalten noch nicht von einem effektiven Isolationsmechanismus sprechen kann. Umso erstaunlicher ist, dass bei allen sieben Pflanzen aus zwei Teilpopulationen, die sich in Kultur befanden, die Blütezeit in die Vormittagsstunden fällt. Morphologisch und anatomisch lassen sich diese Individuen nicht von anderen des Taxons unterscheiden.

Abweichende Blütezeiten finden sich auch bei der Population von *Festuca laevigata* aus dem Aosta-Tal bei St. Vincent. Allerdings sind dort, gemeinsam mit den meisten anderen

Populationen von *Festuca laevigata*, die Blüten nachmittags geöffnet. Ob eine geographische Isolation dieser Population zu anderen Populationen gegeben ist, würde erst eine genaue Kartierung in der entsprechenden Region zeigen. Im Gegensatz zum vorher beschriebenen Fall sind hier kleinere morphologische Unterschiede, wie starke Behaarung der Blattscheiden, rötliche Blattscheiden der Stängelblätter, verglichen mit anderen Populationen der Art zu finden, obwohl sich die Blütezeit in weiten Teilen überlagert.

Innerhalb der *Festuca valesiaca*-Gruppe existieren keine auffälligen Unterschiede im tageszeitlichen Blühverhalten. Einzig die diploide *Festuca valesiaca* verhält sich mit ihrem gelegentlich zweimaligen Aufblühen während eines Tages etwas anders als die übrigen Pflanzen dieser Gruppe. Bei allen anderen untersuchten Pflanzen verschiedener Sippen überlappen die Blütezeiten \pm deutlich.

Man kann zwar tageszeitliche Unterschiede im Blühverhalten der einzelnen Sippen nachweisen, diese sind jedoch nicht als taxonomisches Merkmal von systematischer Relevanz. Man kann annehmen, dass einzelne Sippen der noch in Speziation befindlichen Gruppen auf dem Wege sind sich blütenbiologisch zu isolieren. Hierzu müssten jedoch breit angelegte Untersuchungen stattfinden, die auch Aussagen zur Keim- und Ausbreitungsfähigkeit sowie der Überlebensrate des Pollens zulassen.

8. VERBREITUNG DER *FESTUCA VALESIACA*-GRUPPE

Die *Festuca valesiaca*-Gruppe ist nur auf der Nordhemisphäre verbreitet und reicht vom östlichen Westeuropa (Massif Central, Alpes Maritimes, KERGUÉLEN & PLONKA 1989) bis nach Zentralsibirien und Nordwestchina (ALEXEEV 1973, 1975, 1978, 1979, 1980, 1981, 1983). Die Nordgrenze verläuft von Nordostdeutschland etwa parallel zu den Breitengraden nach Zentralsibirien. Im Süden sind einzelne Taxa der Gruppe vom Iran (ALEXEEV 1979) über den Kaukasus (ALEXEEV 1973) bis nach Anatolien (MARKGRAF-DANNENBERG 1985) zu finden.

Als Verbreitungsschwerpunkte kann man einerseits den gesamten östlichen Arealteil (Sibirien, vor allem *Festuca valesiaca* und *F. stricta* subsp. *sulcata*) und andererseits Südosteuropa (*F. valesiaca* s.l., *F. wagneri*, *F. illyrica*, *F. pseudodalmatica*, *F. dalmatica*, *F. stricta* subsp. *sulcata*) bezeichnen. Obwohl nicht von allen asiatischen Taxa die Chromosomenzahlen vorliegen, scheinen hochpolyploide Sippen ($2n=8x$ und $2n=10x$) nur in den Alpen vorzukommen. Synanthrop kommt die Gruppe mit *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* noch im südlichen Großbritannien (WILKINSON & STACE 1988) und Westfrankreich vor (KERGUÉLEN & PLONKA 1989). *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* wird außerdem für Finnland angegeben (JALAS 1950).

Altitudinal ist die Gruppe vom mitteleuropäischen Tiefland bis auf über 3000 m in Südkasachstan und NW-China (*Festuca valesiaca* subsp. *hypsochila*) verbreitet. Innerhalb der Alpen kommen einige Sippen bis auf etwa 2200 m vor.

9. VERBREITUNG DER *FESTUCA LAEVIGATA*-GRUPPE

Die Sippen der *Festuca laevigata*-Gruppe sind in den Gebirgen West-, Mittel- und Südeuropas also hauptsächlich subozeanisch-montan bis -subalpin verbreitet. Das westlichste Teilareal sind die Französischen Pyrenäen incl. ihrer östlichen Ausläufer (KERGUÉLEN & PLONKA 1989, PORTAL 1999). Dort kommt nur *Festuca laevigata* vor.

Nordöstlich der Pyrenäen befindet sich mit dem Massif Central ein weiteres Teilareal, indem bisher aber nur die hexaploide *Festuca ticinensis* subsp. *billyi* nachgewiesen wurde.

Weiter im Osten folgt das größte, sich über die West- und Zentralalpen erstreckende Teilareal. Es umfasst im Westen die französischen Departements, die anteilig in den Alpen liegen (KERGUÉLEN & PLONKA 1989, ŠMARDÁ et al. im Druck) sowie die italienische Region Piemont. Im Norden verläuft es etwa entlang der Schweizer Grenze und reicht im Nordosten bis in das Allgäu (PILS 1979). Im Osten bildet das Gebiet um Bozen die Arealgrenze, wobei noch ein schmales Gebiet im Westen der Provinz Belluno ins Areal reicht. Von dort verläuft die Grenze im Süden über die Comer See-Region und entlang des Hauptkamms der Alpen in den Südwesten bis in die Höhenlagen der Seealpen. Auf italienischem Gebiet kommt die Gruppe mit *Festuca ticinensis* subsp. *billyi* auch noch im nordwestlichen Apennin und den Apuanischen Alpen vor (FOGGI & ROSSI 1996).

Die am niedrigsten gelegenen Standorte finden sich am Comer See (*Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis*, ca. 210 m), im Wallis (*Festuca laevigata*, ca. 450 m) und im Aostatal bei St. Vincent (*F. laevigata*, ca. 600 m). Der anhand von Herbarmaterial nachgewiesene, höchstgelegene Fundort befindet sich in den Cottischen Alpen bei Sestrière auf etwa 2650 m.

10. HYPOTHESEN ZUR SIPPENENTSTEHUNG UND –DIFFERENZIERUNG IN DEN GRUPPEN

Bei den untersuchten Gruppen der Gattung *Festuca* handelt es sich um Polyploidkomplexe sehr nah verwandter Taxa. In dieser Arbeit werden die Sippen innerhalb der Gruppen nach ihrer Ploidiestufe gegliedert. Auf gleicher Ploidieebene werden Unterarten abgetrennt. Es handelt sich weitgehend um ein biologisches Artkonzept (MAYR 1942, 1970). Aufgrund der vermutlich retikulaten Evolution überwiegend innerhalb der Gruppen kann ein phylogenetisches Artkonzept (CRACRAFT 1989) nicht angewendet werden.

Es sind drei verschiedene Hypothesen der Entstehung und Differenzierung der Polyploidkomplexe denkbar.

- 1) Alle Sippen sind autopolyploid entstanden und es tritt keine Hybridisierung auf.
- 2) Die verschiedenen Ploidiestufen sind einmal allopolyploid bzw. alloautopolyploid entstanden und evolvieren seitdem divergent.
- 3) Die Ploidiestufen sind sukzessive allopolyploid bzw. alloautopolyploid entstanden und entstehen immer wieder aus verschiedenen Elternarten neu.

Aufgrund der morphologischen und zytologischen Befunde ist jedoch eine Kombination aus allen genannten Entstehungs- und Differenzierungsprozessen sehr wahrscheinlich, wodurch die Aufklärung der Verwandtschaftsverhältnisse sehr kompliziert ist.

Den ersten Fall könnte z.B. die polyploide Reihe vom diploiden *Festuca valesiaca* über den tetraploiden *F. pseudodalmatica* und dem hexaploiden *F. stricta* subsp. *sulcata* bis zum oktaploiden *F. bauzanina* subsp. *bauzanina* widerspiegeln. Alle vier Sippen sind habituell ähnlich, bilden mit ihren quantitativen morphologischen Merkmalen eine den Ploidiestufen entsprechende Reihe und besitzen einen sehr ähnlichen Blattquerschnitt. Ähnliche Beziehungen für diesen Verwandtschaftskreis vermutet auch PILS (1984). Im zweiten Fall wäre eine Hybridisierung mit anschließender Polyploidisierung zwischen verschiedenen diploiden Elternarten denkbar. Als Ausgangsarten kommen dafür vor allem *Festuca valesiaca*, *F. ovina* subsp. *ovina* oder *tenuifolia* (SIBTH.) CELAK., *F. marginata*, *F. cinerea/ gracilior* und *F. pallens* HOST in Frage, wovon der letztgenannte im Untersuchungsgebiet fehlt. Die geringen Merkmalsunterschiede zwischen den existierenden Sippen legen nahe, dass dieses Ereignis nicht sehr lange zurück liegt oder dass die divergente Evolution sehr langsam voranschreitet.

Die dritte Variante schließt sich entweder an die zweite an oder ist deren Wiederholung. In diesem Fall kommt es zwischen gleichen und verschiedenen Ploidiestufen zu Hybridisierung sowie zur Rückkreuzung mit den Ausgangssippen.

Erste grundlegende Untersuchungen zur Blütenbiologie von *Festuca* sind von AUQUIER (1977) publiziert worden. Er hat gezeigt, dass Autogamie zwar in fast allen Taxa vorkommt, aber eine sehr untergeordnete Rolle spielt und verstärkt in höheren Ploidiestufen auftritt. Agamospermie (Apomixis) konnte AUQUIER nicht nachweisen. Kleistogamie tritt unter extremen Klimaeinflüssen auf. Diese Ergebnisse stimmen mit der Behauptung von GRANT (1971) überein, dass perennierende, krautige Polyploide gewöhnlich xenogam und oft selbststeril sind. Bei fast allen untersuchten Sippen, am häufigsten bei denen aus der *Festuca valesiaca*-Gruppe, ist vegetative Vermehrung in Form von unechter Viviparie (KIRCHNER et al. 1904) beobachtet worden. Dabei werden in den Ährchen Brutsprosse anstelle von Blüten ausgebildet.

In den untersuchten Gruppen kommen die hochpolyploiden Sippen ($2n=6x$ teilweise, $2n=8x$ und höher) nahezu ausschließlich in den höheren Lagen der Gebirge vor, wogegen z.B. die Diploiden und Tetraploiden der *Festuca valesiaca*-Gruppe nur in die collinen bis gelegentlich montanen Lagen vordringen. STEBBINS (1950) begründete ein solches Phänomen, meines Erachtens unzureichend, mit der besonders guten Anpassung Polyploider, frei gewordene Standorte zu besiedeln. HAHNELT (1960, zitiert in GRANT 1971) vermutete, dass verschiedene ökologische Faktoren zusammen und in Wechselwirkung miteinander dazu führten, dass in hohen Breitengraden, in großen Höhen und unter anderen extremen oder gestörten Umweltverhältnissen die Polyploidie gefördert wird.

Ob die Zunahme des Ploidiegrads in einer polyploiden Reihe ein irreversibler Vorgang ist, wird kontrovers diskutiert (GRANT 1971, WOLFE 2001, BLANC & WOLFE 2004). Eine Verringerung der Chromosomenzahl wurde in der Vergangenheit mit dem Verlust einzelner Chromosomen (Aneuploidie), nicht aber ganzer Chromosomensätze in Verbindung gebracht. In Anbetracht dessen kann man die *Festuca valesiaca*-Gruppe als eine junge, noch in

Speziation befindliche Gruppe bezeichnen. Das lässt auch anhand der Verbreitung der einzelnen Ploidiestufen erkennen. Im Gegensatz zu den von EHRENDORFER (1949, 1964) beschriebenen Verhältnissen in den *Galium pumilum*- und *Galium anisophyllum*-Gruppen, ist in der *Festuca valesiaca*-Gruppe die diploide Species *F. valesiaca* am weitesten verbreitet, gefolgt von den tetra- und hexaploiden Vertretern. Die kleinsten Areale besitzen die hochpolyploiden *Festuca bauzanina* s.l. ($2n=8x$) und *F. guinochetii* ($2n=10x$).

Zur *Festuca laevigata*-Gruppe gehören verschiedene hexa- bis oktoploide Sippen und wahrscheinlich noch die von KERGUÉLEN & PLONKA (1987) und FOGGI & SIGNORINI (1998) beschriebenen deka- und dodekaploiden Taxa der *Festuca gamisansii* s.l. der Inseln Korsika und Elba. Dagegen fehlen bislang Anhaltspunkte über di- und/ oder tetraploide Vorfahren in dieser Gruppe. Es ist durchaus möglich, dass *Festuca pallens* ($2n=2x$ und $2n=4x$) oder *Festuca cinerea* ($2n=2x$ und $4x$) an den hochpolyploiden Genomen beteiligt ist.

In der Vergangenheit wurde nicht nur morphologisch und anatomisch versucht die Verwandtschaftsverhältnisse in der Gattung aufzuklären. DAWE 1989 und BAILEY 1992 wendeten die Giemsa-Färbung von Chromosomen an, um Aussagen zur Systematik der Gattung *Festuca* inklusive der Gattungen *Lolium* L. und *Vulpia* C. C. GMEL. machen zu können. Für Untersuchungen über Introgression bei Gattungshybriden zwischen *Festuca pratensis/ arundinacea* und *Lolium multiflorum* LAM. verwendeten z.B. THOMAS et al. (1994) und MORGAN et al. (2001) die Methode der genomic in situ hybridisation (GISH). Beide Methoden, sowohl die Giemsa-Färbung als auch GISH, sind für die Unterscheidung von Kleinarten innerhalb der hier bearbeiteten Gruppen nicht von Bedeutung, da derartig geringe Unterschiede in den Genomen der Sippen damit nicht hinreichend aufgelöst werden können.

11. BESTIMMUNGSSCHLÜSSEL

Der Bestimmungsschlüssel beinhaltet nur die Sippen der *Festuca valesiaca*- und *F. laevigata*-Gruppe. Vollständigere Schlüssel, jeweils für einen Großteil der in den Alpen vorkommenden Taxa der Gattung, findet man bei KERGUÉLEN & PLONKA (1989) und CONERT (1998).

Zur sicheren Bestimmung sind ein Blattquerschnitt des jüngsten, voll entwickelten Blattes eines sterilen Triebs und geeignete Optik (Stereomikroskop, Mikroskop) notwendig.

Die folgenden Charakteristika grenzen die beiden hier behandelten Gruppen vom Rest der Gattung *Festuca* ab:

Blattspreiten der sterilen und fertilen Triebe borstenförmig gefaltet; Ligula der oberen Halmblätter max. 0,5 mm lang, mit Blattöhrchen; Innovation intravaginal; Blattscheiden der Blätter an den sterilen Trieben max. $\frac{3}{4}$ geschlossen; Blattoberseite mit 3-7 Rippen und mindestens 4 Furchen; Blattspreitenränder mit Haaren; Fruchtknoten kahl

- 1 Blattquerschnitt mit 5 Leitbündeln 2
- 1* Blattquerschnitt mit mehr als 5 Leitbündeln 4
- 2 Durchmesser der Grundblätter 0,4-0,7 mm, Ärchen 5,4-6,5(-7) mm lang, Deckspelzen 3,5-5,1 mm lang, Grannen (0,3-)0,8-1,6 mm lang, Blätter meist bereift, blaugrün, Pollendurchmesser 25-32 µm, Stomata (20-)25-32(-38) µm lang, 2n=14, weit verbreitet
- F. valesiaca***
- 2* Durchmesser der Grundblätter 0,5-0,9 mm, Ärchen 6-8,5(-8,7) mm lang, Deckspelzen 4-6,5 mm lang, Grannen (0,5-)1-3,5 mm lang, Blätter selten bereift, grün, Pollendurchmesser 30-42 µm, Stomata (30-)35-48(-53) µm lang, 2n=42, 56 3
- 3 Ährchen 6-7,5(-8) mm lang, Deckspelzen 4-5,6 mm lang, 2n=42, vom Unterengadin aus nach Osten in den Trockengebieten der Alpen weit verbreitet ***F. stricta* subsp. *sulcata***
- 3* Ährchen (6,7-)7-8,5(-8,7) mm lang, Deckspelzen (4,7-)5,5-6,5 mm lang 2n=56, nur in der Prov. Bozen (Südtirol) ***F. bauzanina* subsp. *bauzanina***
- 4 Blattspreiten der sterilen Triebe zumindest im oberen Fünftel etwas rau (behaart) 5
- 4* Blattspreiten der sterilen Triebe vollständig glatt (kahl) 9
- 5 Sklerenchym entweder in drei Bündeln in der Mitte und am Blattrand oder zumindest in der Mitte und am Blattrand dicker als in übrigen Bereichen 6
- 5* Sklerenchym als geschlossener oder unterbrochener Ring und in der Mitte und an Blatträndern kaum dicker als in übrigen Bereichen 8
- 6 Ährchen 6-8 mm lang, Deckspelzen (4-)4,5-5,6 mm lang, 2n=42, weit verbreitet
- F. stricta* subsp. *trachyphylla***
- 6* Ährchen 6,4-8,6(-9) mm lang, Deckspelzen (4-)4,5-6,3 mm lang, Graubünden, Trentino-Alto Adige, Prov. Sondrio, 2n=56, 70 7
- 7 Ährchen 6,4-8,6 mm lang, Deckspelzen (4-)4,5-6,3 mm lang, Grannen (1-)1,5-3 mm lang 2n=56 ***F. bauzanina* subsp. *rhaetica***
- 7* Ährchen 7,3-8,5(-9) mm lang, Deckspelzen 5-5,8(-6,3) mm lang, Grannen 1,8-2,5(-3,2) mm lang, 2n=70 ***F. guinochetii***
- 8 Ährchen (7-)7,5-9,5(-10,2) mm lang, Leitbündel im Blattquerschnitt 7-11; Sklerenchym selten in drei Bündeln, meist in unterbrochenem oder geschlossenem Ring, Blattscheiden der Grundblätter ein Fünftel bis halb geschlossen, 2n=56, montan bis subalpin, Pyrenäen und Westhälfte der Alpen ***F. laevigata***
- 8* Ährchen (6-)6,5-9(-9,5) mm lang, Leitbündel im Blattquerschnitt 7(-9), Sklerenchym meist in unterbrochenem Ring, Blattscheiden der Grundblätter ein Sechstel bis ein Drittel geschlossen, 2n=42, collin bis montan, Tessin, Prov. Como und Lecco
- F. ticinensis* subsp. *ticinensis***
- 9 Grannen 1,1-2,6(-3) mm lang, Blattscheiden der Grundblätter offen bis ein Drittel geschlossen, 2n=42, Massif Central, Appenninen, Alpen nur Departement Var
- F. ticinensis* subsp. *billyi***
- 9* Grannen (1,5-)2-3,5(-4,3) mm lang, Blattscheiden der Grundblätter ein Fünftel bis halb geschlossen, 2n=56, Pyrenäen und Westhälfte der Alpen ***F. laevigata***

II. Spezieller Teil

12. *FESTUCA VALESIACA*-GRUPPE

12.1 *Festuca valesiaca* SCHLEICH. ex GAUDIN, Agrost. Helv. 1 (1811) : 242.

12.1.1 *Festuca valesiaca* SCHLEICH. ex GAUDIN subsp. ***valesiaca***

Typus: Schweiz, Wallis, à Branson, *Gaudin* (Holotypus: LAU).

Synonyme: *F. duriuscula* var. *valesiaca* (SCHLEICH. ex GAUDIN) BLUFF & FINGERH., Comp. fl. germ. 1 (1825): 140. *F. ovina* var. *valesiaca* (SCHLEICH. ex GAUDIN) LINK, Hort. reg. bot. berol. 2 (1833): 267. *F. ovina* f. *valesiaca* (SCHLEICH. ex GAUDIN) ASCHERSON, Fl. Prov. Brandenburg (1864): 856. *F. duriuscula* subsp. *valesiaca* (SCHLEICH. ex GAUDIN) CELAK., Prodr. Fl. Böhmen 4 (1881): 722. *F. ovina* var. *valesiaca* (SCHLEICH. ex GAUDIN) KOCH ex HACK., Bot. Centralbl. 8 (1881): 405. *F. sulcata* subsp. *valesiaca* (SCHLEICH. ex GAUDIN) NYMAN, Consp. Fl. Europ (1882): 828. *F. ovina* subsp. *valesiaca* (SCHLEICH. ex GAUDIN) ARCANGELI, Comp. fl. ital., ed. 2 (1894): 59. *F. sulcata* var. *valesiaca* (SCHLEICH. ex GAUDIN) ROHLENA, Vestník Král. České Spol. Naúk, Trída Math.-Prír. 1901, 23 (1902): 11. *F. pseudodalmatica* var. *valesiaca* (SCHLEICH. ex GAUDIN) MARKGR.-DANN., Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb. 77 (1937): 92.

Ausdauernde Kräuter, 20-60 cm hoch, dicht horstförmig, ohne Ausläufer. Innovation intravaginal. Stängel grün bis blaugrün mit 1-2(-3) Knoten. Blattspreiten der Stängelblätter ähnlich denen der Grundblätter, conduplicat. Blattscheiden der Grundblätter offen, häutig, in der oberen Hälfte grün, sonst blassgrün, weißlich, selten rötlich, kahl bis rau in der oberen Hälfte. Blattspreiten der Grundblätter aufrecht, borstenförmig, 5-40 cm lang, 0,4-0,7 mm im Durchmesser, abaxial meist vollständig behaart, rau, meist blau bereift. Ränder der Blattspreiten mit kräftigen, oft gekrümmten Haaren. Abaxiale Blattepidermis mit Paaren aus Kork- und Kieselzellen zwischen Langzellen (60-200 x 12-20 µm) mit undulaten Wänden. Adaxiale Blattepidermis mit kurzen Haaren, 20-60 µm langen Kurzzellen und Langzellen, diese nahe des Blattrandes mit undulaten Wänden. Stomatakomplexe (20-)25-32(-38) µm lang. Grundblätter im Querschnitt V-förmig mit 5 (sehr selten mit 7) Nerven, 3 Rippen und 4 Furchen, meist 3 Sklerenchymsträngen (2 marginal, 1 zentral) manchmal mit 2 zusätzlichen abaxialen Sklerenchymsträngen nahe den marginalen; Sklerenchym sehr selten (Colli Euganei) einen marginal und zentral verdickten, geschlossenen Ring bildend. Die adaxiale Epidermis unterhalb der Furchen mit oder ohne bulliforme Zellen. Rispen 4-10 cm lang, 3-6 cm breit, während der Anthese locker, vor und nach der Anthese zusammengezogen, mit 10-30 Ährchen. Rispenäste und Ährchenstiele rau, letztere 0,5-4 mm lang. Ährchen lanceolat, 3-6blütig, 5,4-6,5(-7) mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Hüllspelzen grün mit gezähnten Rändern, auf der abaxialen Seite kahl bis distal zur Hälfte kurz behaart. Untere Hüllspelze lanzettlich, 1nervig. Obere Hüllspelze elliptisch, 3nervig. Deckspelzen grün, 5nervig, 3,5-5,1 mm lang, apikal mit einer geraden, (0,3-)0,8-1,6 mm langen Granne, abaxial kahl oder nur an der Spitze etwas rau, Ränder kahl. Vorspelze ± so lang wie die Deckspelze,

Kiele in der unteren Hälfte rau, in der oberen Hälfte kurzhaarig. Antheren 2-3 mm lang. Pollenkörner 25-32 µm im Durchmesser. Chromosomenzahl: $2n=2x=14$. Abbildungen: Abb. 10.

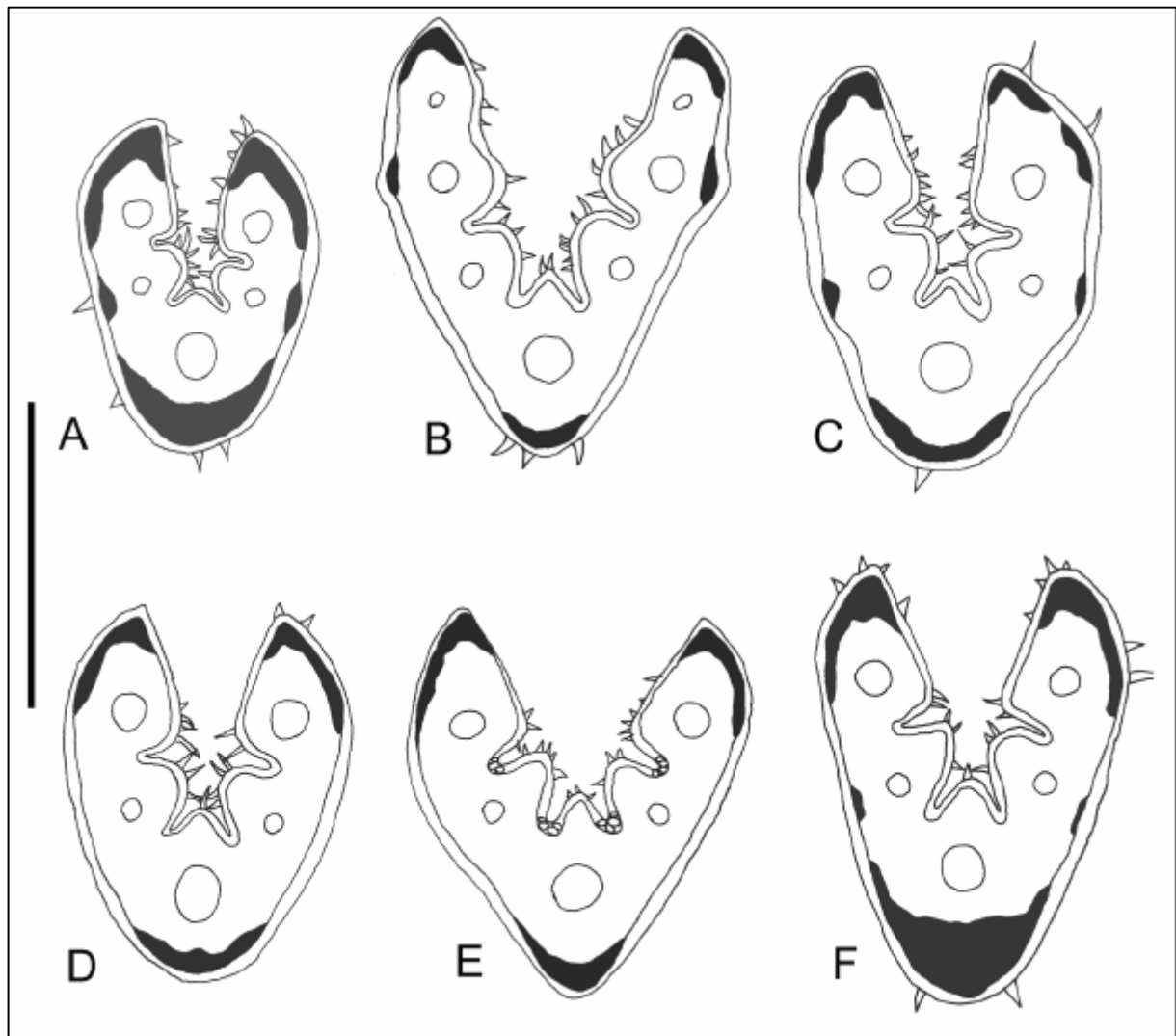


Abb. 10. Blattquerschnitte von *Festuca valesiaca*. A–F repräsentieren verschiedene Populationen im Untersuchungsgebiet. A) Italien, Prov. Aosta, St. Vincent; B) Italien, Prov. Sondrio, Grosotto; C) Schweiz, Wallis, Fully; D) Schweiz, Wallis, Fiesch; E) Italien, Prov. Sondrio, Ardenno; F) Schweiz, Wallis, Branson. (Maßstab = 0,5 mm)

Verbreitung und Standort: *Festuca valesiaca* subsp. *valesiaca* ist als kontinentales Florenelement bis in die Westalpen und das Massif Central verbreitet und erreicht seinen südwestlichen Arealrand innerhalb der Alpen im Tinée-Tal im Departement Alpes Maritimes. Nach Osten ist die Art weiter verbreitet, wobei die nördlichen Regionen der Alpen mit höheren Niederschlägen und die südlichen Alpentäler mit ihrem mediterranen Klimaeinfluss gemieden werden (Abb. 11). Die Sippe besiedelt oft die relativ trockenen West-Ost ausgerichteten Täler der Alpen und innerhalb dieser in der Regel die Süd- und Westhänge. Hier kommt *Festuca valesiaca* subsp. *valesiaca* auf Felsen, Mauern und bevorzugt in Trockenrasen sowohl auf Kalk als auch auf Silikat vor. Die Pflanzen wachsen in Höhen zwischen 150 und 1700 m.

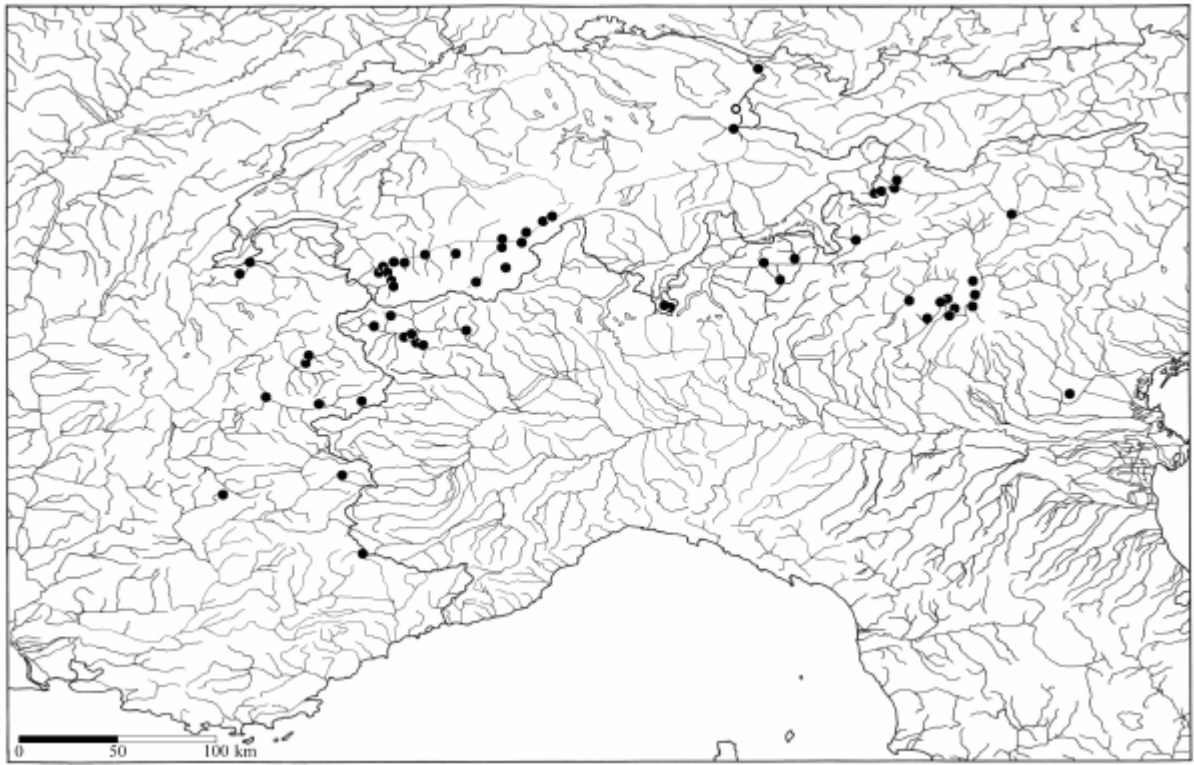


Abb. 11. Verbreitung von *Festuca valesiaca* in den Westalpen.

Variabilität und systematische Stellung: Die infraspezifische Variabilität von *Festuca valesiaca* subsp. *valesiaca* ist nicht sehr groß. Da im Untersuchungsgebiet die subsp. *parviflora* nicht vorkommt, besteht auch keine Gefahr der Verwechslung der beiden Taxa. Die subsp. *parviflora* ist submeridional-südtemperat sowie europäisch-westasiatisch, also insgesamt kontinental verbreitet und u.a. in Mitteldeutschland sowie im pannonischen Raum zu finden. Beide Unterarten sind nicht immer leicht voneinander zu trennen. Die typische Ausbildung der subsp. *parviflora* ist seegrün gefärbt und hat kürzere und breitere Deckspelzen als die subsp. *valesiaca*, die meist blau bereift ist und deren Deckspelzen länger zugespitzt sind. TRACEY (1977, 1980) beschrieb neben typisch ausgebildeten Populationen auch fließende Übergänge der morphologischen Merkmale zwischen diesen. Sie deutete diese Übergangspopulationen als hybridogen entstanden.

Rein morphologisch können *Festuca valesiaca* subsp. *valesiaca* und *Festuca stricta* subsp. *sulcata* sehr ähnlich sein. Das betrifft besonders den Blattquerschnitt feinblättriger Exemplare von *Festuca stricta* subsp. *sulcata*. Aber schon an den Größenverhältnissen der Ährchen und ihrer einzelnen Organe sowie der Länge der Stomatakomplexe ist die diploide *Festuca valesiaca* subsp. *valesiaca* in der Regel von der hexaploiden *F. stricta* subsp. *sulcata* zu unterscheiden.

Hybriden: Hybriden, an denen *Festuca valesiaca* beteiligt ist, wurden aus den Alpen bislang nicht beschrieben. Bei *Festuca chasii* KERGUÉLEN & PLONKA, handelt es sich aber mit hoher Wahrscheinlichkeit um eine Hybride aus *F. marginata* und *F. valesiaca*. Dieses Taxon ist ausschließlich aus dem Einzugsgebiet der Guil, einem Nebenfluss der Durance bekannt und

wurde von KERGUÉLEN et al. (1993) beschrieben. *Festuca chasii* ist wie die beiden Elternarten diploid. Eltern und Hybriden kommen gemeinsam in den gleichen Habitaten vor. PORTAL (1999) gab eine Aussage von KERGUÉLEN wieder, in der *Festuca chasii* eventuell eine Hybride aus *F. valesiaca* und der oktaploiden *F. laevigata* sein soll. Zytologisch ist dies jedoch nicht möglich, wenn die Hybride diploid ist. KERGUÉLEN begründete seine Meinung mit dem, von ihm selbst erwähnten, sehr seltenen Fall eines fast geschlossenen Sklerenchymrings im Blattquerschnitt. Bei den wenigen, von mir untersuchten Exemplaren ist das Sklerenchym wie bei den beiden Elternarten angeordnet – dreibündelig mit zwei zusätzlichen Strängen nahe den marginalen Sklerenchymsträngen. Weitere morphologische und anatomische Merkmale (Blattscheidenschluss, Durchmesser der Grundblätter, Deckspelzen- und Grannenlänge, Färbung) sind intermediär ausgebildet. Die Antheren waren nach eigenen Untersuchungen am Beleg des Isotypus aus Genf sehr kümmerlich, was auf eine sterile Hybride hinweisen könnte. Nur selten besiedeln die beiden \pm weit verbreiteten Elternarten dieselben Habitate, wodurch die Hybriden bisher nur aus dem Gebiet von Château Queyras bekannt sind.

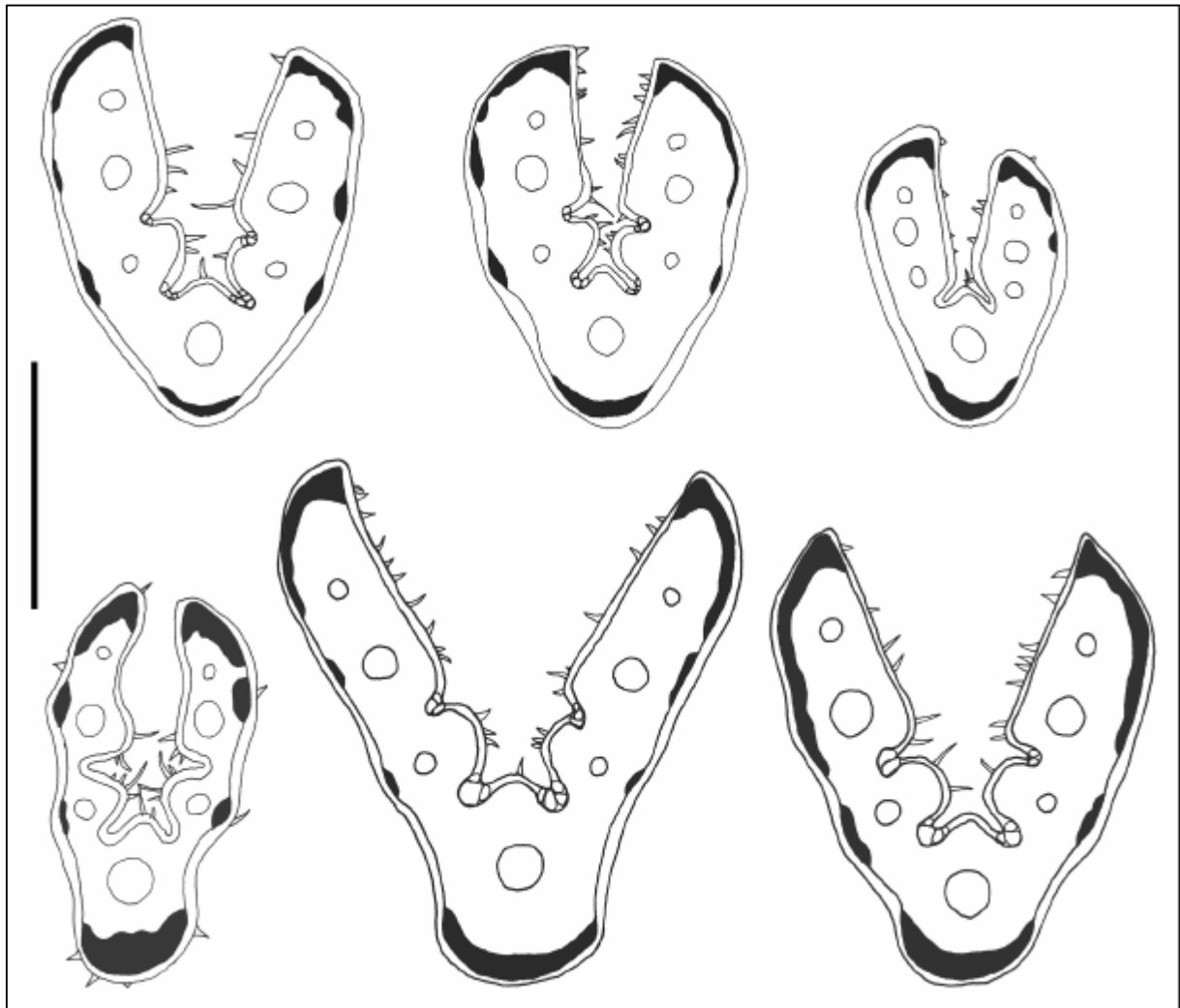


Abb. 12. Blattquerschnitte von *Festuca chasii*. Alle Blattquerschnitte stammen von Pflanzen aus dem Gebiet der Typus-Lokalität bei Chateau-Queyras (Frankreich, Hautes-Alpes). (Maßstab = 0,5 mm)

Karyologisch überprüfte Belege:

Frankreich, Savoie: Trockenrasen an der D 215 ca. 3 km no Modane, 1200 m, 13-VI-2001, *S. Arndt* 372 (Herb. Arndt); Trockenrasen w Villette, 3,5 km sw Aime, ca. 750 m, 13-VI-2001, *S. Arndt* 370 (Herb. Arndt).

Schweiz, Valais: Val d'Entremont, Strasse Orsières-Liddes, Fahrweg nach Fontaine-Dessus, 1270 m, 12-VI-2001, *S. Arndt* 378 (Herb. Arndt); Felsen an der Strasse 3 km no Fiesch, ca. 1100 m, 11-VI-2001, *S. Arndt* 381 (Herb. Arndt); Mauer bei Niederwald, ca. 1200 m, 11-VI-2001, *S. Arndt* 380 (Herb. Arndt); beside road Orsières-Liddes ca. 800 m ssw Chandonne, ca. 1300 m, 30-V-1999, *J. Müller* 8944 (Herb. Müller); Trockenrasen 500 m sw Branson ca. 3 km nno Martigny, 490 m, 12-VI-2001, *Arndt* 373 (Herb. Arndt); Hänge 3km nw Visp, ca. 700 m, 10-VI-2004, *S. Arndt* 1525 (Herb. Arndt).

Italien, Prov. Aosta: Plan de Montzalet NE Cogne, ca. 1650 m, 7-VI-1999, *C. Renker & A. Beyer* 1009 (Herb. Müller); S-exposed rocks ne Serisei, near the Grand St. Bernard pass road, ca. 1520 m, 30-V-1999, *J. Müller* 8459 (Herb. Müller); Hill e Gressan, moraine, ca. 740 m, 31-V-1999, *J. Müller* 6850 (Herb. Müller); S-exposed rock ne Echarlod, se La Salle, 1100-1200 m, 31-V-1999, *J. Müller* 6849 (Herb. Müller); Red cliffs at the se edge of St. Vincent, beside road to Montjovet, 580 m, 1-VI-1999, *J. Müller* 6847 (Herb. Müller); Lower Valle di Cogne ca. 5 km ssw Aymavilles, 700-800 m, 30-V-1999, *J. Müller* 6837 (Herb. Müller); Ese-exp. slope n Rovines, 800-900 m, 31-V-1999, *J. Müller* 8455 (Herb. Müller); **Prov. Sondrio:** Valtellina, Felsen 2,5 km sw Ardenno, 270 m, 10-VI-2001, *S. Arndt* 387 (Herb. Arndt); Valtellina, Burgfelsen 1 km n Grosotto, ca. 650 m, 10-VI-2001, *S. Arndt* 385 (Herb. Arndt);

Gesehene Belege:

Frankreich, Alpes-Maritimes: Hänge östl. St. Etienne-de-Tinée, 5-VI-1999, *C. Renker & A. Beyer* 375 (Herb. Müller); **Hautes-Alpes:** L'embranchement de Ville-Vieille, vallée du Queyras, ca. 1350 m, 9-VII-1967, *A. Charpin* (G 127622); Pic de Gleize NNW Gap, 2-VI-1999, *C. Renker & A. Beyer* 498 (Herb. Müller); **Haute-Savoie:** Mt. Salève, *Huet* (G); à 200 m environ au N.E. du village „le Pont“ Arthaz, 475 m, 31-V-1979, *D. Jordan* (G 157737); **Isère:** Vallon du Rif Fournel, près le Freney-d'Oisans, 1000 m, 27-VI-1933, *R. de Litardière* (G); **Puy-de-Dôme:** Les Martres-de-Veyre, Vallée de l'Allier, 320 m, 7-V-1977, *F. Billy* 8968 (G, M, MSB); **Savoie:** St. Marcel, 13-V-1861, *E. Perrier* (G); St. Jean, Maurienne, 18-V-1897, *E. Perrier* (G); Mt. Cenis, 23-V-1865, *Gaudefroy* (G); Près St.-Jean-de-Maurienne, 1912, *A. Chabert* (G); Ruines de Villette près Aime, 24-V-1931, *G. Beauverd* (G); Trockenrasen an der D 215 ca. 3 km no Modane, 1200 m, 13-VI-2001, *S. Arndt* 372 (Herb. Arndt); Trockenrasen w Villette, 3,5 km sw Aime, ca. 750 m, 13-VI-2001, *S. Arndt* 370 (Herb. Arndt).

Schweiz, Graubünden: Val Müstair oberhalb Valchava, 1660 m, 8-VIII-1981, *K. U. Kramer* 8349 (ZT); Münstertal, Hang ob dem Kloster, 1330 m, 15-VII-1947, *W. Koch* (ZT); St. Maria gegen Valchava, 1400 m, 26-VII-1926, *J. Braun-Blanquet* (G); **St. Gallen:** Buchs Bahnhof von 1953 bis 1959, 12-V-1959, *H. Seiter* (G 186287); Sargans Bahnhof, 26-VI-1957, *H. Seiter* (G 191944); Rheintal, Bahnhof St. Margarethen, VI-1951, *H. Seiter* (G 192068); **Ticino:** Felsritzen am Weg ob Castello-S. Pietro bei Obino, 530 m, 8-VI-1930, *W. Koch* (ZT); Mendrisiotto, ob „Grotto“ bei Obino am Südfuss des Generoso, 520 m, 8-VII-1935, *W. Koch* (ZT); Morbio inferiore, 21-V-1906, *Bignasei* (G); **Valais:** Brig, Saltineschlucht, 700 m, 6-VIII-1950, *H. Merxmüller* 5051 (M); Tourbillon, Sion, 630 m, V-1893, *T. Wilczek* (M 33630); Martigny, 23-V-1932, *Ruppert* (M 33629); Follateres bei Branson-Martinach, 550 m, 23-V-1930, *W. Freiberg* (M 33628); Hutegge/ Saasthal, 5-VII-1897, *F.-O. Wolf* (M 33627); Sion, V-1900, *F.-O. Wolf* (M 33626); Commune de Visperterminen, Vallon du Beiter Bach, 1365 m, 1-VI-1952, *P. Villaret* (M 33625); Colline de St. Leonard, 12-V-1875, *H. Romieux* (G); Vallée de Saas près Bodmen, 23-VII-1940, *A. Becherer* (G); Branson, 9-V-1885, *C.-L. Naville* (G); Colline de St. Leonard près Sion, 21-V-1875, *A. Schmidely* (G); Coteau de Branson près Martigny, 11-V-1875, *A. Schmidely* (G); Au dessus Zermatt, 10-VIII-1844, *Mercier* (G); Tourbillon près de Sion, 8-VII-1852, *A. Burckhardt* (G); Vallais, VI-1859?, *Ch. Fauconnet* (G); Valée de St. Nicolas, 1832, *Ch. Fauconnet* (G); Propre Sedunum, VII-1854, *Ch. Fauconnet* (G); Plâtrières de Sierre, V-1860, *Ch. Fauconnet* (G); Tourbillon près de Sion, 640 m, 27-V-1977, *D. Aeschimann* 171 (G 200363); Ried bei Mörel, 1280 m, 14-VI-1979, *J.P. Theurillat* (G 209958); Felsheide E Ausserberg, ca. 1000 m, 20-VI-1970, *P. Geissler* 3779 (G); Sembrancher, 717 m, 6-VI-1954, *C. Weber* (G); Vissoye, VII-1881, *Bernouilli* (G); Liddes, 14-VI-1855, *E. u. A. Huet* (G); Sur Fully, *Favrat* (G); Ob Vissoye, Eifischthal, près de Vissoye, Vallée d'Annivier, ca. 1300 m, 1-VII-1888, *Stebler & Schröter* (G); Brieg, 28-V-1875, *F.S. Alioth* (G); Forêt de Finge, près de Sierre, 11-VI-1978, (G 420052); Branson, VI-1869, *H. Bernet* (G); Sion, *P. Conti* (G); Isérabloz, 21-V-1890, *L. Favrat* (G); Branson, VII-1868, *H. Bernet* (G); Sion, 19-V-1863, *Chavin* (G); Colline du Tourbillon sur Sion, 550-650 m, 15-V-1908, *L. Marret* (G); Martigny, 30-IV-1893, *P. Conti* (G); St. Bernard, le long de la route entre Liddes et le Bourg St. Pierre, 30-VII-1852, *Reuter-Barbey* (G); Vallée St. Nicolas, 26-VII-1833, *Reuter-Barbey* (G); Au-dessus de Riddes, 14-VI-1910, *P. de*

Palézieux (G); Branson, 4-VI-1860, *D. Rapin* (G); Garda de Hobiel près Visperterminen, 27-V-1917, *P. de Palézieux* (G); Colline à Charat, 3-VI-1860, *D. Rapin* (G); Charat, 4-VI-1860, *D. Rapin* (G); Saillon, 4-V-1947, *C. Weber* (G); Val d'Entremont, Strasse Orsières-Liddes, Fahrweg nach Fontaine-Dessus, 1270 m, 12-VI-2001, *S. Arndt 378* (Herb. Arndt); Felsen an der Strasse 3 km no Fiesch, ca. 1100 m, 11-VI-2001, *S. Arndt 381* (Herb. Arndt); Mauer bei Niederwald, ca. 1200 m, 11-VI-2001, *S. Arndt 380* (Herb. Arndt); beside road Orsières-Liddes ca. 800 m ssw Chandonne, ca. 1300 m, 30-V-1999, *J. Müller 8944* (Herb. Müller); Trockenrasen 500 m sw Branson ca. 3 km nno Martigny, 490 m, 12-VI-2001, *Arndt 373* (Herb. Arndt); Hänge 3km nw Visp, ca. 700 m, 10-VI-2004, *S. Arndt 1525* (Herb. Arndt).

Italien, Prov. Aosta: Valle di Cogne, Epinel, oberhalb des Dorfes, 1560 m, 6-VI-1993, *E. Landolt* (ZT); Cogne-Tal unterhalb Epinel, 1430 m, 27-VI bis 3-VII-1965, *E. Landolt & H. Hess* (ZT); Val di Cogne, 9-VII-1947, *P. de Palézieux* (G); Valle di Cogne, *C.-L. Naville* (G); Cogne, Vallon Urtier lungo la strada in loc. Gollie, 1850 m, 15-VII-1998, *F. Prosser* (ROV); Plan de Montzalet NE Cogne, ca. 1650 m, 7-VI-1999, *C. Renker & A. Beyer 1009* (Herb. Müller); S-exposed rocks ne Serisei, near the Grand St. Bernard pass road, ca. 1520 m, 30-V-1999, *J. Müller 8459* (Herb. Müller); Hill e Gressan, moraine, ca. 740 m, 31-V-1999, *J. Müller 6850* (Herb. Müller); S-exposed rock ne Echarlod, se La Salle, 1100-1200 m, 31-V-1999, *J. Müller 6849* (Herb. Müller); Red cliffs at the se edge of St. Vincent, beside road to Montjovet, 580 m, 1-VI-1999, *J. Müller 6847* (Herb. Müller); NW-exposed rocks at the mouth of r. Clavalité canyon ca. 300 m sse Barche, ca. 660 m, 31-V-1999, *J. Müller 6848* (Herb. Müller); Lower Valle di Cogne ca. 5 km ssw Aymavilles, 700-800 m, 30-V-1999, *J. Müller 6837* (Herb. Müller); Esexp. slope n Rovines, 800-900 m, 31-V-1999, *J. Müller 8455* (Herb. Müller); **Prov. Bergamo:** Lambresso presso Foppolo, val Brambana, *P. Chenevard* (G); **Prov. Bolzano:** Vinschgau, Tartschen-Büchl ob Glurns, 1050 m, 26-VII-1935, *E. Schmid & J. Bär* (Z); Malserheide oberhalb Mals, 1200 m, 26-VII-1935, *E. Schmid* (Z); Fragenberg bei Bozen, 10-VII-1905, *Brockmann-Jerosch* (ZT); Bozen, 4-VII-1961, *W. Trapp* (ZT); Bei Bozen, 10-VII-1905, *C. Schröter* (ZT); Vinschgau, linke Talseite, 550-800 m, 20-V-1979, *H. Seiter* (G 164118); **Prov. Brescia:** Felsen an der Landstrasse bei Berzo Demo, Val Camonira, 450 m, 28-V-1905, *Brockmann-Jerosch* (ZT); Tremosine: loc. Preera a WNW di Campione, 400 m, 25-VI-1999, *F. Prosser* (ROV); **Prov. Padova:** Colli Euganei pendici meridionali del Monte Ceva, 250 m, V-2001, *R.R. Masin* (ROV); Colli Euganei, versante Sud del Monte Ceva, 150 m, VIII-1999, *R.R. Masin* (ROV); Ex collibus Euganeis, M. Ceva, ca. 150 m, 20-VI-1999, *C. Tietto*; **Prov. Sondrio:** Veltlin, bei San Laurento ob Sondrio, 400 m, 23-V-1905, *Brockmann-Jerosch A 384* (ZT); Veltlin, Silikاتفelsen ob Grosio, ca. 720 m, 3-VIII-1954, *Furrer* (ZT); Valtellina, Felsen 2,5 km sw Ardenno, 270 m, 10-VI-2001, *S. Arndt 387* (Herb. Arndt); Valtellina, Burgfelsen 1 km n Grosotto, ca. 650 m, 10-VI-2001, *S. Arndt 385* (Herb. Arndt); **Prov. Trento:** Monte S. Giustina ca. 1 km a W di Valle S. Felice, Val di Gresta, 0131/2, 730 m, 29-V-1995, *F. Prosser* (ROV); Subito a Monte di Chiusole tra Pomarolo e Nomi, Vallagarina, 0032/3, 200 m, 23-V-1995, *F. Prosser* (ROV); 200 m a NE della Chiesetta di S. Martino a N di Massone presso Arco, Alto Garda, 0031/3, 180 m, 24-V-1995, *F. Prosser* (ROV); Loc. Dossa 600 m, a E di Castel Toblino, 9931/2, 300 m, 29-XI-1992, *F. Prosser* (ROV); M. Ghello versante S ca. 400 m SW Zaffoni, Rovereto, 0132/1, 470 m, 18-V-1992, *F. Prosser* (ROV); Collina tra Castel Pradaglia e l'Adige ca. 2,5 km WSW Rovereto, Vallagarina, 0132/1, 220 m, 5-VI-1995, *F. Prosser* (ROV); Lungo la mullatiera sotto loc. Rancion ca. 1,5 km a NW di Varignano, Alto Garda, 0031/3, ca. 650 m, 9-VI-1997, *F. Prosser* (ROV); Alto Garda, Monte Brione, radura sul ciglio settentrionale sopra Canevini, 0131/1, 250 m, 7-V-1998, *F. Prosser* (ROV); Monte Baldo, dosso arido a Nord di Crosano, 0131/4, 600 m, 31-V-1998, *F. Prosser* (ROV); Lato N del M. Brione lungo la cresta presso un punto panoramico, Riva, 0131/1, 340 m, 20-XII-1992, *F. Prosser* (ROV); M. Ghello a E di Rovereto presso la croce, Vallagarina, 0132/1, 500 m, 20-V-1993, *F. Prosser* (ROV); Doss Trento versante S, 9932/2, 295 m, 19-III-1993, *F. Prosser* (ROV); **Prov. Verona:** M. Pastello: tra Monte e l'ex Forte Monte, 0431/1, 420 m, 20-VI-1999, *F. Prosser* (ROV).

Karyologisch überprüfte Belege von *Festuca chasii*:

20 km so Briancon, D 444 von Château-Queyras nach Meyriès, ca. 1400 m, *S. Arndt 358* (Herb. Arndt).

Gesehene Belege von *Festuca chasii*:

Frankreich, Hautes-Alpes: Queyras, D 444 von Château-Queyras nach Meyriès, ca. 1500 m, 27-VII-1999, *D. Korneck* (Herb. Müller); 20 km so Briancon, D 444 von Château-Queyras nach Meyriès, ca. 1400 m, *S. Arndt 358* (Herb. Arndt); Château-Queyras, route des Meyriès sous le „Lavoir haut“, 1480 m, 29-VII-1991, *É. Chas* (G, Isotypus).

12.2 *Festuca stricta* HOST, Icones descr. gram. austr. 2 (1802): 62.

12.2.1 *Festuca stricta* HOST subsp. *sulcata* (HACK.) PATZKE ex JOCHEN MÜLL., Haussknechtia 7 (1999): 67.

Basionym: *Festuca ovina* subsp. *sulcata* HACK., Monogr. fest. eur. (1882): 100.

Typus: "Rossia orient. (Jamantau in Uralo, Guberlinsk et Nikolsky in Gouv. Orenburg) et australis (Sarepta; vulgaris in pratis et collibus siccis Transsylvaniae, Hungariae, Croatiae, Austriae inf. et Sup., rarior in Moravia (Namiest, Znaim), Bohemia (Prag, Opocno, Leitmeritz, Carlsbad), rara in Bavaria (pr. Ratisbonam, Monachium, Muggendorf), hinc inde in vallibus Alpium: Salsburgensium (Gastein), tyrolensium (Gschnitzthal, Bozen, Prax, Vallarsa, M. Baldo), helveticarum (husque in Engadina ad Pontresina), carinthiacarum (Klagenfurt, Tiffern, Vellach etc.) styriacarum (pr. Graz etc.), carniolicarum; pr. Tergeste, in Istria (Pola), Dalmatia, Montenegro, Bosnia (Sarajewo, Travnik); Serbia (locis pluribus), Thracia (Ruskoi etc.)". Ein Lectotypus wurde bisher nicht ausgewählt.

Synonyme: *Festuca rupicola* HEUFFEL, Verh. zool.-bot. Ges. Wien 8 (1858): 233. *F. ovina* var. *sulcata* (HACK.) HACK., in Halácsy & Braun, Nachtr. Fl. Nieder-Oesterr. (1882): 26. *F. ovina* var.? *sulcata* (HACK.) ARCANGELI, Comp. Fl. Ital., ed. 2 (1894): 59. *F. valesiaca* subsp. *sulcata* (HACK.) VOLKART, in SCHINZ & KELLER, Fl. Schweiz, ed. 2 1 (1905): 59 - Fl. Schweiz, ed. 2 2 (1905): 26. *F. ovina* race *sulcata* (HACK.) ROUY, Fl. France 14 (1913): 211. *F. valesiaca* var. *sulcata* (HACK.) CADEVALL, Fl. Catal. 6 (1936): 254. (Typus: Rumania; "In rupestribus umbrosis montis Domugled ad Thermas Herculis", nicht gesehen.)

Festuca carnuntina TRACEY, Plant Syst. Evol. 128 (1977): 291. *Festuca stricta* HOST subsp. *carnuntina* (TRACEY) PILS, Phytom 24 (1) (1984): 54. (Typus: Austria; "Niederösterreich, Hainburger Berge, Hundsheimer Berg, am Steilhang oberhalb von Hundsheim; Felssteppe über Kalk; 20-VII-1973; leg. Reinhild Tracey F 445", nicht gesehen.)

Ausdauernde Kräuter, 30-50 cm hoch, dicht horstförmig, ohne Ausläufer. Innovation intravaginal. Stängel meist grün mit 1-2(-3) Knoten. Blattspreiten der Stängelblätter ähnlich denen der Grundblätter, conduplicat. Blattscheiden der Grundblätter offen bis ein Fünftel geschlossen, häutig, in der oberen Hälfte grün, sonst blassgrün, weißlich oder rötlich, borstig oder ± weit hinab behaart. Blattspreiten der Grundblätter aufrecht, borstenförmig, 10-50 cm lang, 0,5-0,8 mm im Durchmesser, abaxial zumindest in der distalen Hälfte behaart und rau, grün, meist unbereift. Ränder der Blattspreiten mit kurzen, kräftigen, meist gekrümmten Haaren. Abaxiale Blattepidermis mit Paaren aus Kork- und Kieselzellen zwischen Langzellen (70-250 x 15-25 µm) mit undulaten Wänden. Stomatakomplexe (30-)35-45(-48) µm lang. Grundblätter im Querschnitt V-förmig mit 5 Nerven, 3-5 Rippen und 4 Furchen, meist 3 Sklerenchymsträngen (2 marginal, 1 zentral), zuweilen mit 2 oder mehr zusätzlichen abaxialen Sklerenchymsträngen nahe den marginalen, sehr selten das Sklerenchym einen geschlossenen Ring bildend. Die adaxiale Epidermis unterhalb der Furchen mit oder ohne bulliforme Zellen. Rispen 5-12 cm lang, zur Blütezeit 3-6 cm breit, während der Anthese ± locker, vor und nach der Anthese zusammengezogen, mit 12-40 Ährchen. Rispenäste und Ährchenstiele rau, letztere 1-5 mm lang. Ährchen lanceolat, 3-6(-7)blütig, 6-7,5(-8) mm lang

(bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Hüllspelzen grün mit gezähnten Rändern, auf der abaxialen Seite distal zwischen einem Viertel und der Hälfte ihrer Länge kurz behaart. Untere Hüllspelze lanzettlich, 1nervig. Obere Hüllspelze elliptisch, 3nervig. Deckspelzen grün, 5nervig, 4-5,6 mm lang, apikal mit einer (0,5-)1-3,5 mm langen, geraden Granne, abaxial nur an der Spitze rau oder bis zur Hälfte herab behaart. Ränder selten mit längeren Haaren. Vorspelze \pm so lang wie die Deckspelze, Kiele in der unteren Hälfte rau, in der oberen Hälfte kurzhaarig. Antheren, 2,5-3,5 mm lang. Pollenkörner 32-42 μm im Durchmesser. Chromosomenzahl: $2n=6x=42$. Abbildungen: Abb. 13.

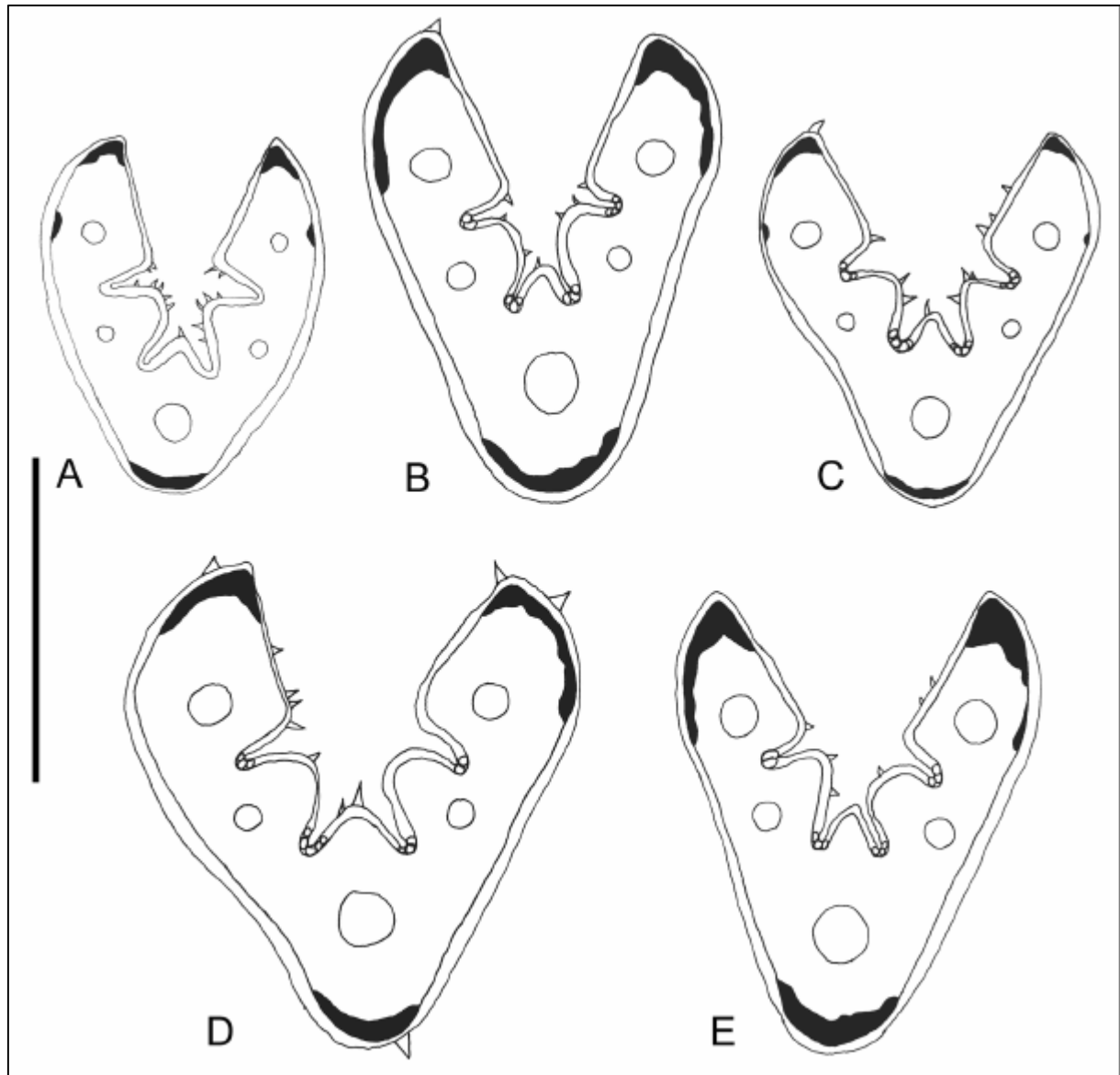


Abb. 13. Blattquerschnitte von *Festuca stricta* subsp. *sulcata*. A, B, E repräsentieren verschiedene Populationen im Untersuchungsgebiet. A) Italien, Vinschgau; B) Schweiz, Graubünden, Zernez; C) Österreich, Kärnten, Mauterndorf; D) Österreich, Kärnten, Malta; E) Schweiz, Graubünden, Scuol/ Schuls. (Maßstab = 0,5 mm)

Verbreitung und Standort: *Festuca stricta* subsp. *sulcata* hat eine ähnliche Verbreitung wie *Festuca valesiaca*. Ihre Westgrenze ist im Gegensatz zu *Festuca valesiaca* innerhalb der Alpen wesentlich weiter nach Osten verschoben. So kommt sie nur noch sporadisch bis in

die Gegend um Zernez (Unterengadin) vor. Es gibt außerdem noch einen Herbarbeleg aus dem Kanton St. Gallen, der für die nördlichen Alpen den westlichsten Nachweis darstellt. Im Süden ist diese Westgrenze in der Regel noch weiter nach Osten verschoben, wo die Sippe bis ins nördliche Eissacktal und in den Vinschgau reicht. Herbarbelege aus der Provinz Lecco zeigen jedoch, dass auch in den südlichen Alpen einzelne westliche Vorposten existieren (Abb. 14). In den kontinentalen Bereichen der Ostalpen ist *Festuca stricta* subsp. *sulcata* wesentlich häufiger als in den Zentralalpen. Die Sippe wächst weniger auf Felsen und Rohböden, sondern eher in Trocken- und Halbtrockenrasen, Bergwiesen, Waldrändern und lichten Wäldern. In den Alpen ist sie sowohl auf Kalk als auch auf Silikat in Höhen zwischen 300 und 2100 m zu finden.

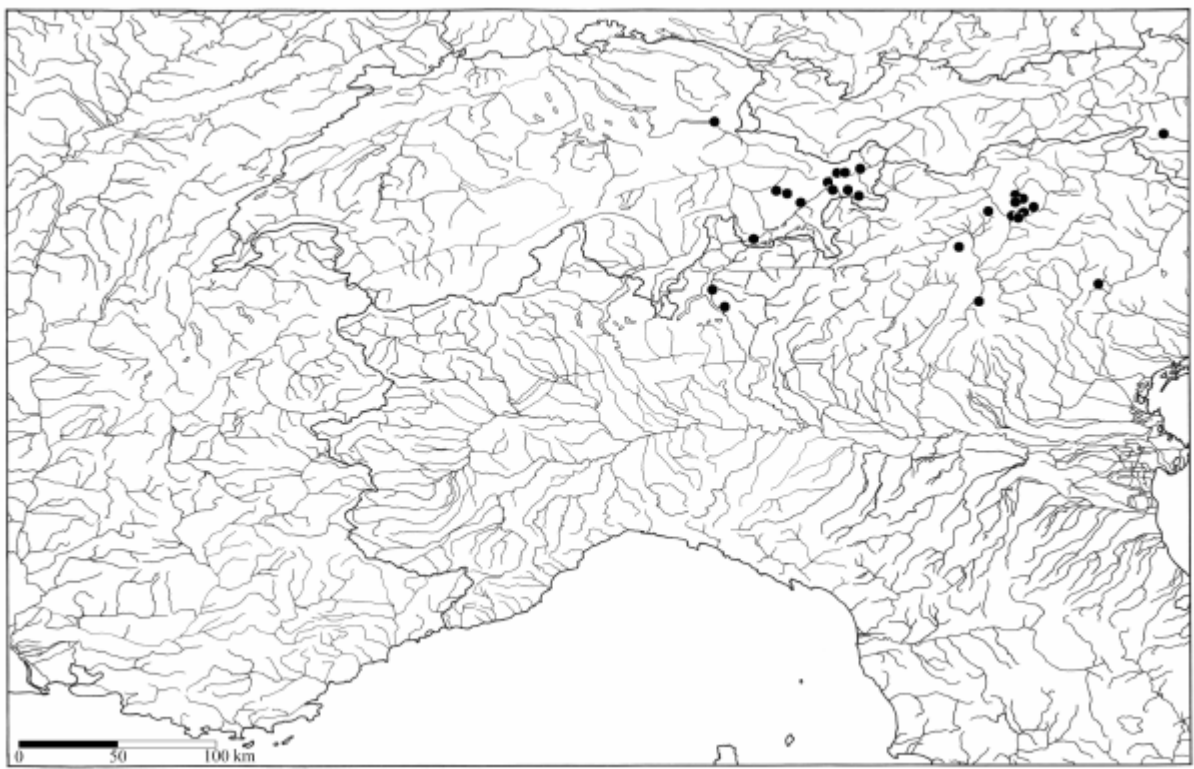


Abb. 14. Verbreitung von *Festuca stricta* subsp. *sulcata* in den Westalpen.

Variabilität und systematische Stellung: Die größte morphologische Variabilität kann man bei der Behaarung der Deckspelzen und Blattscheiden erkennen. Die Deckspelzen sind entweder nur an der Spitze etwas borstig oder relativ weit herab dicht behaart. Die Blattscheiden können glatt und kahl oder in der oberen Hälfte rau sein. In der Provinz Bozen kann es sehr leicht zu Verwechslungen mit der oktaploiden *Festuca bauzanina* subsp. *bauzanina* kommen, da beiden Sippen 5 Nerven und eine ähnliche Sklerenchymverteilung im Blattquerschnitt haben. Über diese Probleme berichtete schon PILS (1984). Außerdem kann sehr selten sowohl bei *Festuca stricta* subsp. *sulcata* als auch bei *F. bauzanina* der Sklerenchymring geschlossen sein.

In der Vergangenheit kam es bei vielen Sammlern und Autoren entweder zu Fehlbestimmungen oder zu Verwechslungen zwischen *Festuca stricta* subsp. *sulcata* und

subsp. *trachyphylla* (MARKGRAF-DANNENBERG 1938, BIDAULT 1967, SOÓ 1973, TRACEY 1977, 1980). Besonders in den Zentralalpen findet man zwischen den beiden hexaploiden Sippen morphologische Übergangsformen, die anhand ihrer Merkmale in der Regel zur subsp. *trachyphylla* zu stellen sind. Das einzige Differentialmerkmal ist die Anzahl der Nerven im Blattquerschnitt, da die Anordnung des Sklerenchyms bei beiden Sippen sehr variabel sein kann. MARKGRAF-DANNENBERG (1950) erwähnte aus den Arealteilen, in denen beide Sippen gemeinsam vorkommen eine var. *sulcatiformis*, die als Übergangsform beider Taxa gelten sollte, diagnostisch allerdings nicht von der subsp. *trachyphylla* zu trennen ist.

Karyologisch überprüfte Belege:

Schweiz, Graubünden: Engiadina Bassa, 700 m sw Zernez, W-Ufer des Inn, 1470 m, 9-VI-2001, S. Arndt 393, 394, 395 (Herb. Arndt); Engiadina Bassa, Funtanatscha, 5,3 km no Scuol, 1240 m, 8-VI-2001, S. Arndt 392 (Herb. Arndt).

Italien, Prov. Bozen: W-exp. Bergwiese s Passo delle Palade, 1500 m, 17-VI-2002, S. Arndt 1023 (Herb. Arndt).

Gesehene Belege:

Schweiz, Graubünden: Ob Guarda, 18-VIII-1947, W. Trepp (Z); Nördlich Zernez, Innterasse, 6-IX-1949, W. Trepp (Z); Wiesen bei Zernez gegen Cluozza, (Z); Ofenstrasse bei Fuorn, 1790 m, 20-VI-1959, s.coll.(Z); ?, Unterengadin, s.coll.(Z); Ofenpassgruppe, obere Wiese am Ofenpass, 26-VII-1903, S. Brunies (Z); Hügel unterhalb Ruine Steinsberg bei Ardez, 10-VIII-1946, W. Trepp (ZT); Borgonovo, Bergell, 4-VII-1982, W. Trepp (ZT); Ober-Engadin, oberhalb La Punt, entlang der Albula-Strasse, 790050/162100, 1820 m, 9-VIII-1991, W. Huber & D. Frey (ZT); Albulagebiet, zwischen Bergün und Latsch, 1400 m, 17-VI-1969, H. Seiter (G 226177); Albulagebiet, 1 km NW Bahnhof, 1771-1800 m, 20-VI-1969, H. Seiter (G 226174); Albulagebiet, Filisur gegen Bergün, 1100 m, 17/18-VI-1969, H. Seiter (G 226178); Basse Engadine, Guarda, 1600 m, 1-VIII-1920, Wilczek (G); Engiadina Bassa, 700 m sw Zernez, W-Ufer des Inn, 1470 m, 9-VI-2001, S. Arndt 393, 394, 395 (Herb. Arndt); Engiadina Bassa, Funtanatscha, 5,3 km no Scuol, 1240 m, 8-VI-2001, S. Arndt 392 (Herb. Arndt); **St. Gallen:** Berschis Seeztal nördl. der Siedlung, 570 m, 27-V-1957, H. Seiter (G 192064).

Österreich, Tirol: N-Lienz, rechte Uferseite des Grafendorferbach, 27-V-1969, R. Seipka (G 246330); Prägraten, Aufstieg nach Bichl, 17-VI-1939, K. Ronniger (G 247567); **Vorarlberg:** ?, 430 m, 29-VI-1969, P. Geissler 3780 (G).

Italien, Prov. Belluno: Feltre, NE des Santuario S. Vittore e Corona entlang des "Sentiero Natura", 350-500 m, 22-VI-1990, W. Huber (ZT); Dosoledo, 1200 m, 15-VII-1977, L. Poldini (G 159826); **Prov. Bozen:** Sigmandskron bei Bozen, 11-VII-1905, C. Schröter (ZT); St. Georg in Afers bei Brixen, 12-VII-1908, A. Heimerl. (ZT); letztes Gehöft bei Spiluk?, Brixen, 18-VI-1908, A. Heimerl. (ZT); Felsen bei Kloster Säben, Klausen, 2-VII-1909, A. Heimerl. (ZT); Vinschgau, nördliche Talseite, 2000-2100 m, 6-VI-1982, H. Seiter (G 234341); nordwestl. Talseite, 2000-2100 m, 6-VI-1982, H. Seiter (G 230123); Vinschgau nördl. von Tscharz, ca. 1100 m, 6-VI-1982, H. Seiter (G 230116); Subito sopra S. Cassiano, Val Badia, 1600 m, 23-VII-1991, F. Prosser & E. Pignatti-Wikus (ROV); W-exp. Bergwiese s Passo delle Palade, 1500 m, 17-VI-2002, S. Arndt 1023 (Herb. Arndt); **Prov. Lecco:** Grigna-Gruppe am Comer-See, Vezio ob Varenna, 350 m, 31-V-1905, G. Geilinger (ZT); Val Geranzone ob Laorca bei Lecco, 27-V-1904, G. Geilinger (ZT); Lecco, S. Stefano, 2-VI-1904, G. Geilinger (ZT); **Prov. Trento:** in Canazei, 26-VIII-1959, E. Sulger (ZT); Val di Fassa, 1400 m, 24-VIII-1958, H. Seiter (G 191946); Loc. Fradin a SSW del M. Macaion, alta Val di Non, 9533/1, ca. 1500 m, 26-VI-1994, F. Prosser (ROV); Lungo l'Adige sponda ds. poco a N della Posta Vecchia presso Calliano, 0032/2, 185 m, 23-V-1992, F. Prosser (ROV); **Prov. Udine:** Ravascletto, Valcalda, 900 m, 18-VI-1977, L. Poldini (G 159827); Sutrio, Alpes carniques, M. Sutrio, 1000 m, 15-VI-1977, L. Poldini (G 159828).

12.2.2 *Festuca stricta* HOST subsp. *trachyphylla* (HACK.) PATZKE ex PILS, Phytion 24 (1984): 58.

Basionym: *Festuca ovina* subvar. *trachyphylla* HACK., Mon. Fest. Eur. (1882): 91.

Typus: "Vulgaris in Germania boreali (Borussia), Silesia, Thuringia, Hercynia etc.), rarior in Anglia, Germania occid., Helvetia boreali (Zürich, Wilchingen), rarissime trans Alpes (Riva ad lac. Benacum); non vidi e Gallia, Hispania etc." (Lectotypus, aufgestellt durch WILKINSON & STACE 1988: W-Hackel-977: Prenzlau, Grantzow, nicht gesehen.)

Synonyme: *F. duriuscula* subsp. *trachyphylla* (HACK.) K. RICHT., Pl. Eur. 1 (1890): 94. *F. glauca* var. *trachyphylla* (HACK.) ROHLENA, Vestn. Kral. České Spol. Náik, Trida Math.-Priř. 1899, 24 (1899): 4. *F. ovina* var. *trachyphylla* (HACK.) VOLKART, in SCHINZ & KELLER, Fl. Schweiz, ed. 2, 2 (1905): 26. *F. duriuscula* var. *trachyphylla* (HACK.) DALLA TORRE & SARNTH., Fl. Grafsch. Tirol 6 (1906): 254. *F. ovina* var. *trachyphylla* (HACK.) HACK. ex HEGI, Ill. Fl. Mitteleur. 1 (1908): 332. *F. longifolia* var. *trachyphylla* (HACK.) HOWARTH, J. Linn. Soc., Bot. 47 (1925): 35. *F. trachyphylla* (HACK.) KRAJINA, non HACK. ex DRUCE 1915, Acta Bot. Bohem. 9 (1930): 190. *F. ovina* var. *trachyphylla* (HACK.) MARKGR.-DANN., Ber. Bayer. Bot. Ges. 28 (1950): 204. *F. ovina* subvar. *trachyphylla* (HACK.) MAIRE, Fl. Afrique Nord 3 (1955): 126. *F. cinerea* var. *trachyphylla* (HACK.) STOHR, Wiss. Z. Univ. Halle, math.-Nat. R. 9 (1960): 402 - 1955: 732.

Festuca brevipila TRACEY, Plant. Syst. Evol. 128 (1977): 287. Typus: Austria; "Niederösterreich, Waldviertel, Amaliendorf (nördlich von Schrems), in der Nähe des Hauses Nr. 55; in sehr flachgründigem Rasen über Granit; 20-V-1977; leg. Anton Weber" (Holotypus: WU, nicht gesehen).

F. ovina subvar. *sulcatiformis* MARKGR.-DANN. ("*sulcataeformis*"), Ber. Bayer. Bot. Ges. 28 (1950): 208. *F. valesiaca* var. *sulcatiformis* (MARKGR.-DANN.) STOHR, Wiss. Z. Univ. Halle, math.-nat. R. 9 (1960): 398. *F. rupicola* var. *sulcatiformis* (MARKGR.-DANN.) MARKGR.-DANN., in Janchen, Catal. fl. austr. 1, Ergänzungsh. (1963): 108.

Ausdauernde Kräuter, 30-50 cm hoch, dicht horstförmig, ohne Ausläufer. Innovation intravaginal. Stängel meist grün mit 1-2(-3) Knoten. Blattspreiten der Stängelblätter ähnlich denen der Grundblätter, conduplicat. Blattscheiden der Grundblätter offen bis maximal ein Fünftel geschlossen, häutig, in der oberen Hälfte grün, sonst blassgrün, weißlich oder rötlich, borstig oder ± weit hinab behaart. Blattspreiten der Grundblätter aufrecht, borstenförmig, 10-50 cm lang, 0,5-1(-1,2) mm im Durchmesser, abaxial zumindest an der Spitze behaart und rau, meist weit hinab behaart und rau, in den Alpen meist grün, im nordostdeutschen Tiefland meist bereift. Ränder der Blattspreiten mit kräftigen, meist gekrümmten Haaren. Abaxiale Blattepidermis mit Paaren aus Kork- und Kieselzellen zwischen Langzellen (70-250 x 15-25 µm) mit undulaten Wänden. Stomatakomplexe (30-)35-43(-50) µm lang. Grundblätter im Querschnitt U- oder V-förmig mit (6-)7-9 Nerven, 3-5 Rippen und 4(-6) Furchen, entweder 3 Sklerenchymsträngen (2 marginal, 1 zentral) oder mit 2 oder mehr zusätzlichen abaxialen Sklerenchymsträngen und/oder die marginalen Sklerenchymstränge herablaufend oder das Sklerenchym einen fast oder vollständig geschlossenen Ring bildend, bei geschlossenen Sklerenchymringen marginale und zentrale Bereiche am stärksten ausgebildet. Adaxiale

Epidermis unterhalb der Furchen mit oder ohne bulliforme Zellen. Rispen 5-12 cm lang, 3,5-6 cm breit, während der Anthese ± locker, vor und nach der Anthese zusammengezogen, mit 12-45 Ährchen. Rispenäste und Ährchenstiele rau, letztere 1-5 mm lang. Ährchen lanzettlich, 3-6(-8)blütig, 6-8 mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Hüllspelzen grün mit gezähnten Rändern, auf der abaxialen Seite distal zwischen einem Viertel und der Hälfte ihrer Länge kurz behaart. Untere Hüllspelze lanzettlich, 1nervig. Obere Hüllspelze elliptisch, 3nervig. Deckspelzen grün, 5nervig, (4-)4,5-5,6 mm lang, apikal mit einer geraden, (0,5-)1-3,5 mm langen Granne, abaxial nur an der Spitze rau oder bis zur Hälfte herab behaart. Ränder zuweilen mit längeren Haaren. Vorspelze ± so lang wie Deckspelze, Kiele in der unteren Hälfte rau, in der oberen Hälfte kurzhaarig. Antheren 2,5-3,5 mm lang. Pollenkörner 32-42 µm im Durchmesser. Chromosomenzahl: $2n=6x=42$. Abbildungen: Abb. 15.

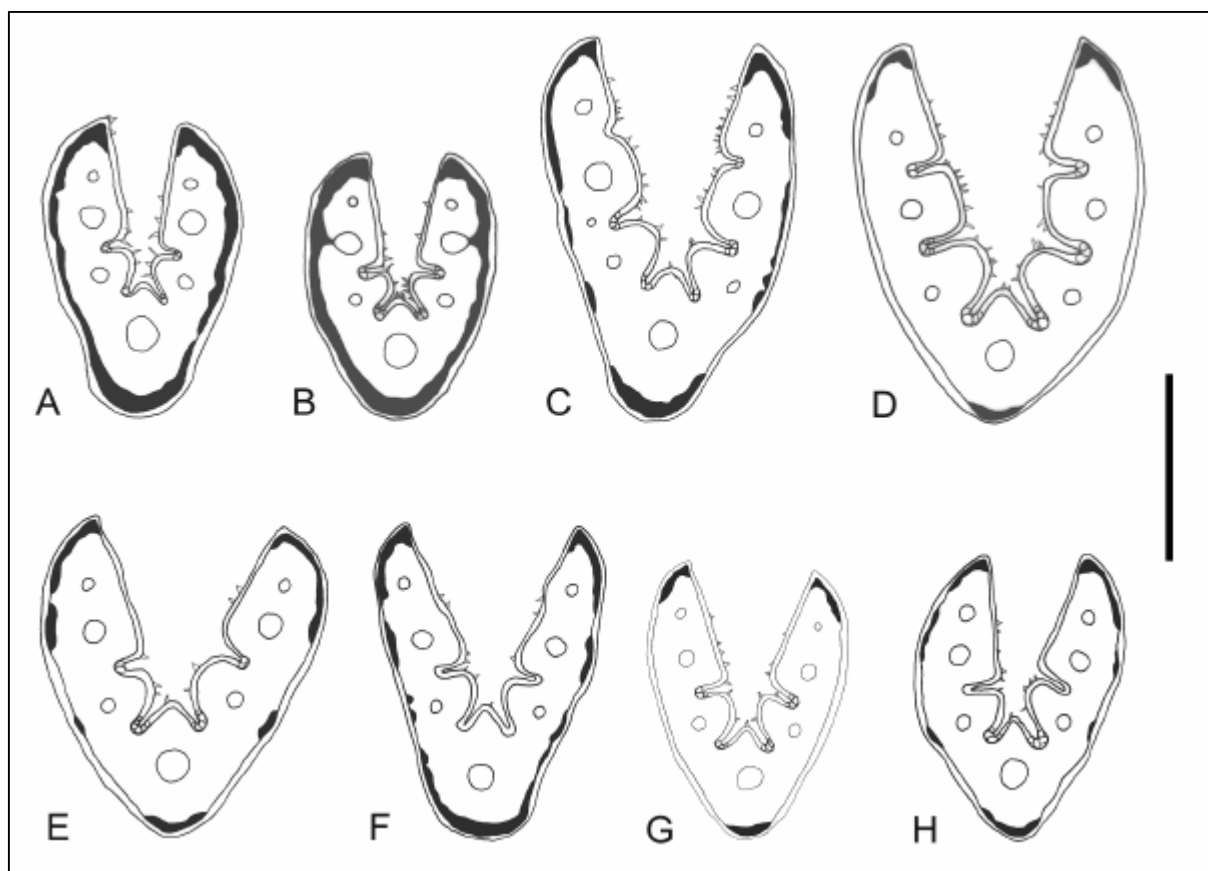


Abb. 15. Blattquerschnitte von *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla*. A-H repräsentieren verschiedene Populationen im Untersuchungsgebiet. A, B) Schweiz, Uri, Andermatt; C, D, G) Schweiz, Graubünden, Ofenpass; E) Italien, Prov. Sondrio, Masino; F) Italien, Prov. Trento, Revo; H) Schweiz, Graubünden, Sils. (Maßstab = 0,5 mm)

Verbreitung und Standort: *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* ist weit verbreitet und fast überall in den Alpen zu finden. Nur der mediterran beeinflusste südliche Alpenrand sowie die Kalkgebiete werden von dieser Unterart weniger stark besiedelt. *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* ist auch im Gebiet Alpes Maritimes/ Piemonte (Col de Tende) gefunden worden (Abb. 16). Dort kommt sie in größeren Höhen vor. Synanthrop ist sie außerdem in ganz Frankreich bis zur Atlantikküste verbreitet (KERGUÉLEN & PLONKA 1989). Schon im Arc-Tal wächst sie häufig an anthropogen gestörten Standorten. Im Osten kommt sie bis an den

Ostalpenrand vor. Darüber hinaus ist sie in den kontinentalen Bereichen Europas nicht mehr zu finden. Bisher bestand weitgehend die Meinung, dass *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* im gesamten Alpenraum ausschließlich synanthrop verbreitet ist (z.B. PILS 1984). Viele Fundorte innerhalb von Trockenrasen und natürlichen Felsregionen lassen aber eher vermuten, dass diese Unterart dort autochthon vorkommt. Möglicherweise wurde sie in der Vergangenheit mit anderen Sippen verwechselt. Außerhalb der Alpen ist die Sippe bis nach Norddeutschland und in Polen zu finden sowie synanthrop in Großbritannien. Im Gegensatz zu *Festuca stricta* subsp. *sulcata* bevorzugt die subsp. *trachyphylla* oft Felsen und Rohböden. Sie ist aber außerdem in Trocken- und Halbtrockenrasen sowie Bergwiesen und lichten Wäldern in Höhen zwischen 250 und 2200 m zu finden.

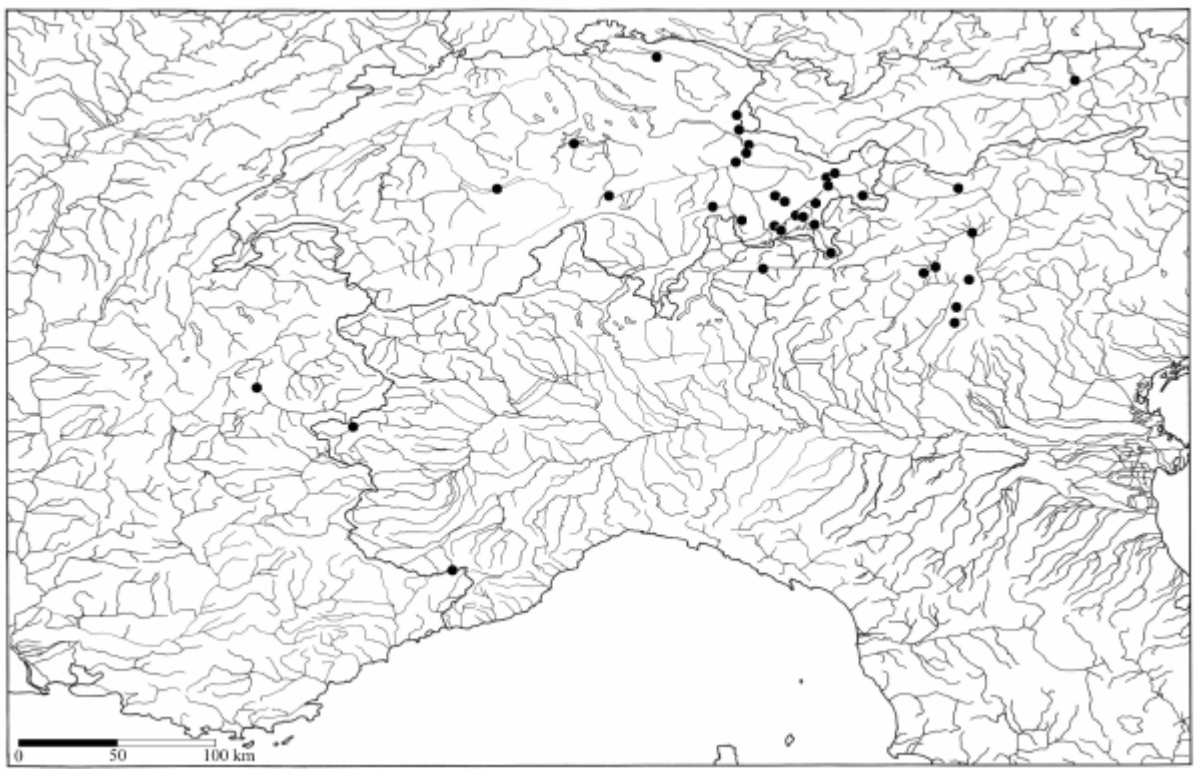


Abb. 16. Verbreitung von *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* in den Westalpen.

Variabilität und systematische Stellung: Die morphologische und anatomische Variabilität bei *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* ist sehr groß. Die Grundblätter können entweder fast völlig kahl sein oder sie sind auf ganzer Länge behaart und dann deutlich rau. Dazwischen existieren alle möglichen Übergangsformen, die jedoch innerhalb einer Population \pm ähnlich sind. Der Habitus ist wie bei vielen Sippen der Gattung *Festuca* stark vom Wuchsort abhängig. So gibt es kurzblättrige und kleine Pflanzen auf Felsuntergrund oder dickblättrige (Blattdurchmesser > 1 mm) und hohe Pflanzen in frischen Bergwiesen oder –weiden. Sehr unterschiedlich kann die Ausbildung des Sklerenchyms im Blattquerschnitt sein. Von einer *valesiaca*-ähnlichen Sklerenchymanordnung mit drei Sklerenchymsträngen bis hin zu einem geschlossenen Sklerenchymring sind alle Übergänge zu finden. Auch die Größen- und vor allem Behaarungsverhältnisse in den Ährchen schwanken sehr stark. Die Deckspelzen

können fast kahl oder nahezu vollständig behaart sein. Alle diese Merkmale korrelieren weder untereinander noch geographisch. So kann es zu Verwechslungen mit *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica*, *F. guinochetii*, *F. laevigata* subsp. *laevigata* und *F. ticinensis* subsp. *ticinensis* kommen. Von den ersten drei Sippen kann man *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* noch anhand der Chromosomenzahl unterscheiden. Von der zuletzt genannten ist die Trennung mitunter viel schwieriger, da *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* ebenfalls hexaploid ist und raue Grundblätter mit einem geschlossenen oder unterbrochenen Sklerenchymring besitzt. Hinzu kommt die Bildung von morphologischen Übergangsformen mit der subsp. *sulcata* (siehe dort) in den Zentralalpen.

Bei einer so großen Variabilität ist es nicht sinnvoll, aufgrund geringster Merkmalsunterschiede Kleinarten abzutrennen, wie z.B. bei TRACEY (1977) mit der Beschreibung der *Festuca brevipila*. TRACEY stellt für *Festuca brevipila* Differentialmerkmale dar, die alle in die Variationsbreite von *F. stricta* subsp. *trachyphylla* fallen. Sie gibt für *Festuca brevipila* kürzere Halme und Blätter, sehr kurze Haare der adaxialen Blattepidermis, eine große Variabilität bei den Spaltöffnungslängen, kürzere Rispen und eine geringere Anzahl von Ährchen pro Rispe an. Wie von PILS (1984) wird *Festuca brevipila* hier in die Synonymie von *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* aufgenommen. Die ungültig beschriebene *Festuca ovina* var. *fuornensis* fällt genauso in die morphologische Variationsbreite der *F. stricta* subsp. *trachyphylla* wie die von MARKGRAF-DANNENBERG (1950) beschriebene Übergangsform zwischen *F. stricta* subsp. *sulcata* und *F. stricta* subsp. *trachyphylla* (*F. ovina* var. *sulcatiformis*). VELCEV & VASSILEV (2002) halten die von ihnen beschriebene *Festuca maleschevica* für ähnlich mit *F. stricta* subsp. *trachyphylla*. Sie geben mit dem Horstdurchmesser und der Halmlänge zwar sehr schwache Differentialmerkmale zwischen beiden Taxa an, die Ährchen sind mit (6,5-)8-11 mm Länge bei *Festuca maleschevica* jedoch erheblich größer als bei *F. stricta* subsp. *trachyphylla*.

Karyologisch überprüfte Belege:

Frankreich, Savoie: S St. Remy-de-Maurienne (Arc-Tal), 14 km nw St. Jean-de-Maurienne, 470 m, 10-VI-2004, S. Arndt 1522 (Herb. Arndt).

Schweiz, Graubünden: Passa dal Fuorn wnw Tschier, w of the pass, ca. 2100 m, 3-VI-1999, J. Müller 8458 (Herb. Müller); Engiadina Ota, Felsrasen nw Sils n Lej da Segl, ca. 1800 m, 10-VI-2004, S. Arndt 1521 (Herb. Arndt); Felsen zwischen Bergün und Latsch, ca. 2 km w Bergün, ca. 1450 m, 4-V-2005, S. Arndt 1523 (Herb. Arndt) **Uri:** Wiesen an der Auffahrt zum Oberalppass ca. 1 km no Andermatt, 1650 m, 23-VI-2002, S. Arndt 1015 (Herb. Arndt).

Italien, Prov. Cuneo: Felsen/ subalpine Rasen am Col de Tende, 1870 m, 10-VI-2004, S. Arndt 1524 (Herb. Arndt); **Prov. Sondrio:** Valtellina, gravel of the Adda river 1,5 km sse Masino, ca. 15 km w Sondrio, ca. 265 m, 2-VI-1999, J. Müller 8450 (Herb. Müller); **Prov. Torino:** Bardonecchia-Tal, Felsen von Exilles, 9,5 km wsw Susa, ca. 700 m, 13-VI-2001, S. Arndt 364 (Herb. Arndt); **Prov. Trento:** S-exp. Hänge bei Revò n Lago di Sta Giustina, ca. 700 m, 10-VI-2004, S. Arndt 1520 (Herb. Arndt).

Gesehene Belege:

Frankreich, Savoie: S St. Remy-de-Maurienne (Arc-Tal), 14 km nw St. Jean-de-Maurienne, 470 m, 10-VI-2004, S. Arndt 1522 (Herb. Arndt).

Schweiz, Bern: Berner Oberland, Interlaken-Ost zwischen den Gleisen des Güterbahnhofs, 20-VI-1940, E. Sulger (ZT); **Graubünden:** Ober-Engadin, Silsersee, Felsen an der Straße von Maloja nach Sils, 1800 m, 15-VII-1923, W. Schibler (ZT); Zuoz, Val Arpiglia, Nüd, 794250/163100, 1950 m, 9-VIII-1991, W. Huber & D. Frey (ZT 13252b); Fextal, Weg gegen Isla nördlich „Güve“, 1960 m, 20-VII-1933, E. Sulger (ZT); Fextal, 1830-1935 m, 1-VIII-1933, E. Sulger (ZT); Susch, Bahngleise, (Z); Felsen bei Zernez a. Weg nach Susch, s.coll. (Z); Zernez, 1933, s. coll. (ZT); Hang unterhalb Roticcio, 1270 m, 15-VII-1955, W. Koch 55/296 (ZT); Misox, Mte. Savorsa, 1730 m, 12-VII-1928, W. Koch (ZT); Matten ob Cresta in Avers, 3-VIII-1917, C. Schröder (ZT); Brusio, linker Talhang ob Ginetto, VI-1948, W.

Trepp (ZT); Brusio, linke Talseite ob Stavello, 21-VI-1948, *W. Trepp* (ZT); Trockenrasen bei Guarda, 13-VIII-1948, *W. Trepp* (ZT); Splügen, Burgruine, 22-VII-1957, *W. Trepp* (ZT); Auf dem Bahndamm vor dem Stationsgebäude Landquart, 14-VIII-1949, *H. Seiter & E. Sulger* (ZT); St. Moritz, E-exp. Steilhang am NE-Ufer des Sees, ca. 1780 m, 13-VII-1955, *W. Koch 55/271* (ZT); Cresta, Avers, 2150 m, 24-VII-1905, *Brockmann-Jerosch* (ZT); 300 m W der Fexbach-Mündung, Kiesbank rechtsufrig, 1-VIII-1933, *E. Sulger* (ZT); Felsen bei Zernez, gegen Ofenpass, s.coll. (ZT); Fextal, 400 m S Kirche von Cresta, 1940 m, 25-VII-1933, *E. Sulger* (ZT); Fextal, 5-VIII-1866, *L. Favrat* (ZT); zwischen Bergün und Filisur östl. der Landstrasse, 1100-1200 m, 18-VI-1969, *H. Seiter* (G 226170); Albulagebiet, Preda, 1771-1820 m, 19-VI-1969, *H. Seiter* (G 226176); Bernina Suot, 2000 m, 19-VII-1971, *P. Geissler 3778* (G); Unter Bernina Suot, 2000 m, 19-VII-1971, *P. Geissler 3777* (G); Zwischen Trimmis und Untervaz, 540 m, 24-V-1930, *C. Koch & P. Flütsch* (G); Mengiob, Pontresina, 1760 m, 19-VII-1971, *P. Geissler 3781* (G); Rheindamm bei Felsberg, V-1929, *P. Flütsch* (G); Passa dal Fuorn wnw Tschier, w of the pass, ca. 2100 m, 3-VI-1999, *J. Müller 8458* (Herb. Müller); Engiadina Ota, Felsrasen nw Sils n Lej da Segl, ca. 1800 m, 10-VI-2004, *S. Arndt 1521* (Herb. Arndt); Felsen zwischen Bergün und Latsch, ca. 2 km w Bergün, ca. 1450 m, 4-V-2005, *S. Arndt 1523* (Herb. Arndt); **Nidwalden**: Stans, 23-VI-1903, *S. Amstad* (ZT); **St. Gallen**: Inneres Rheinwuhr, 420 m, 18-VII-1979, *H. Seiter* (G 163984); Buchs Bahnhof, 1951-1953, *H. Seiter* (G 192070); **Thurgau**: bei Frauenfeld, 406 m, 12-V-1952, *Hugentabler* (ZT); **Uri**: Andermatt SW Bahnhof, 688260/165640, 1430 m, 19-VI-1973, *F. Grossmann* (ZT); Wiesen an der Auffahrt zum Oberalppass ca. 1 km no Andermatt, 1650 m, 23-VI-2002, *S. Arndt 1015* (Herb. Arndt).

Liechtenstein: Balzers, Schlosshügel Gutenberg, 520 m, 14-VI-1974, *H. Seitter* (ZT).

Österreich, Tirol: Unterinntal, Trockenhang unterhalb des „Tiergarten“ in Jenbach, 4/19-V-1974, *A. Polatschek* (G 104155).

Italien, Prov. Bolzano: Wasserbühl bei Lagen, 1107 m, 4-VI-1909, *A. Heimerl*. (ZT); Vinschgau, Schnalsertal, 550-700 m, 20-V-1979, *H. Seiter* (G 164119); **Prov. Cuneo**: Felsen/ subalpine Rasen am Col de Tende, 1870 m, 10-VI-2004, *S. Arndt 1524* (Herb. Arndt); **Prov. Sondrio**: Valtellina, gravel of the Adda river 1,5 km sse Masino, ca. 15 km w Sondrio, ca. 265 m, 2-VI-1999, *J. Müller 8450* (Herb. Müller); **Prov. Torino**: Bardonecchia-Tal, Felsen von Exilles, 9,5 km wsw Susa, ca. 700 m, 13-VI-2001, *S. Arndt 364* (Herb. Arndt); **Prov. Trento**: Sotto il Rif. D. Chiesa verso il Rif. Graziani lungo la strada, M. Altissimo, M. Baldo, 0131/3, 1800 m, 6-VII-1995, *F. Prosser* (ROV); Lastè di Tolghe verso Busa Brodeghara, 0131/3, 1850 m, 6-VII-1995, *F. Prosser* (ROV); Val d'Ambiez, lungo el sentiero tra malga Ben di sopra e il Passo Bregain, Gruppo di Brenta, 9831/3, 1740 m, 15-VIII-1993, *F. Prosser* (ROV); Cresta poco a NE del Palon di Cima Alta, Catena della Stivio, 0031/4, 1870 m, 3-VIII-1996, *F. Prosser* (ROV); Val dei Ronchi a NW di loc. Rocca presso il limite quadr., Ala, 0232/3, 300 m, 10-V-1993, *F. Prosser* (ROV); Val Rendena, Val S. Valentino, lungo la strada Ponte Gorck-Malga Parino, 9929/2, ca. 1300 m, 14-V-2000, *F. Prosser* (ROV); Poco E delle Caserme alle Viotte, M. Bondone, 9932/3, 1600 m, 11-VI-1992, *F. Prosser* (ROV); S-exp. Hänge bei Revò n Lago di Sta Giustina, ca. 700 m, 10-VI-2004, *S. Arndt 1520* (Herb. Arndt).

12.3 *Festuca bauzanina* (PILS) S. ARNDT, stat. nov. prov.

Basionym: *Festuca stricta* HOST subsp. *bauzanina* PILS, *Phyton* 24 (1984): 61.

Typus: Italien, Alto Adige, Vinschgau: bei Kampatsch, 550 m, 19-VI-1979, *G. Pils F-809* (Holotypus: WU, nicht gesehen).

Ausdauernde Kräuter, 30-60 cm hoch, dicht horstförmig, ohne Ausläufer. Innovation intravaginal. Stängel grün bis rötlich mit 1-2(-3) Knoten. Blattspreiten der Stängelblätter ähnlich denen der Grundblätter, conduplicat. Blattscheiden der Grundblätter offen bis halb geschlossen, häutig, in der oberen Hälfte grün, sonst blassgrün, weißlich oder rötlich, kahl oder behaart. Blattspreiten der Grundblätter aufrecht, borstenförmig, 7-50 cm lang, 0,5-1,1 mm im Durchmesser, abaxial mindestens im oberen Viertel behaart, blaugrün oder grün, bereift oder unbereift. Ränder der Blattspreiten mit kräftigen, meist gekrümmten Haaren.

Abaxiale Blattepidermis mit Paaren aus Kork- und Kieselzellen zwischen Langzellen (70-220 x 15-30 µm) mit undulaten Wänden. Stomatakomplexe (30-)35-48(-53) µm lang. Grundblätter im Querschnitt V-förmig mit 5-7(-8) Nerven, 3-5 Rippen und 4 Furchen, meist 3 Sklerenchymsträngen (2 marginal, 1 zentral), manchmal mit 2 oder mehr zusätzlichen abaxialen Sklerenchymsträngen nahe den marginalen und/oder die marginalen Sklerenchymstränge oft etwas herablaufend oder das Sklerenchym einen fast geschlossenen Ring bildend; bei geschlossenen Sklerenchymringen die marginalen und zentralen Bereiche am stärksten ausgebildet. Adaxiale Blattepidermis mit kurzen Haaren und Langzellen nahe dem Blattrand mit undulaten Wänden, unterhalb der Furchen oft mit schmalen Streifen bulliformer Zellen. Rispen 5,5-15 cm lang, während der Anthese 3-6,5 cm breit, ± locker, vor und nach der Anthese zusammengezogen, mit 12-45 Ährchen. Rispenäste und Ährchenstiele rau, letztere 0,8-5,5 mm lang. Ährchen lanzettlich, 4-8blütig, 6,4-8,7 mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Hüllspelzen grün mit gezähnten Rändern, auf der abaxialen Seite distal zwischen einem Viertel und der Hälfte ihrer Länge kurz behaart. Untere Hüllspelze lanzettlich, 1nervig. Obere Hüllspelze elliptisch, 3nervig. Deckspelzen grün, 5nervig, 4-6,5 mm lang, apikal mit einer 1-3,4 mm langen, geraden Granne, abaxial entweder über die gesamte Länge behaart oder nur an der Spitze rau, Ränder zuweilen mit langen Haaren. Vorspelze ± so lang wie die Deckspelze, Kiele in der unteren Hälfte rau in der oberen Hälfte kurzhaarig. Antheren 2,4-4 mm lang. Pollenkörner 30-38 µm im Durchmesser. Chromosomenzahl: $2n=8x=56$. Abbildungen: Abb. 17, 19.

12.3.1 *Festuca bauzanina* (PILS) S. ARNDT subsp. *bauzanina*

Pflanzen 40-60 cm hoch. Blätter meist bereift. Blattscheiden der Grundblätter offen bis ein Sechstel geschlossen, kahl oder behaart. Blattspreiten der Grundblätter 10-50 cm lang, 0,6-0,9 mm im Durchmesser, abaxial fast stets auf ganzer Länge behaart und rau, blaugrün oder grün. Stomatakomplexe (30-)35-48(-53) µm lang. Grundblätter im Querschnitt V-förmig mit 5 Nerven, 3 Rippen und 4 Furchen. Rispen 7-15 cm lang, während der Anthese 3-6 cm breit, mit 18-45 Ährchen. Ährchen (6,7-)7-8,7 mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Deckspelzen (4,7-)5,5-6,5 mm lang, apikal mit einer (1,7-)2-2,8(-3,4) mm langen, geraden Granne. Antheren 2,5-3,7 mm lang. Abbildungen: Abb. 17.

Verbreitung und Standort: *Festuca bauzanina* subsp. *bauzanina* ist nur aus der italienischen Provinz Bozen bekannt. Hauptverbreitungsgebiet sind die Täler von Etsch (Adige) und Eisack (Isarco), (Abb. 18). Eine Übersicht über die Verbreitung karyologisch überprüfter Pflanzen ist bei PILS (1984) aufgeführt. Die Art wächst bevorzugt in Trocken- oder Halbtrockenrasen sowie in Felsnischen ausschließlich auf Silikat in Höhen von 350 bis 1400 m.

Variabilität und systematische Stellung: Wenn die Chromosomenzahl bekannt ist, kann Material der *Festuca bauzanina* s.l. anhand des Blattquerschnitts recht sicher den beiden Unterarten zugeordnet werden. Die größte Variabilität der Sippe lässt sich bei den Blütenmerkmalen und den Stomatalängen erkennen. Sie unterscheidet sich dahingehend

aber nicht von *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica*. Aufgrund des kleinen Areals dieser Unterart kann man eine geographische Korrelation der Variation bei den Merkmalsausprägungen nicht in Erwägung ziehen. Die Unterschiede sind vielmehr populationsabhängig. Morphologisch und anatomisch sind im Verbreitungsgebiet eher Verwechslungen mit *Festuca stricta* subsp. *sulcata* möglich, da diese Sippe den gleichen Blattquerschnitt zeigt. *Festuca stricta* subsp. *sulcata* ist zwar hexaploid, überlappt hinsichtlich Ährchen-, Deckspelzen- und Stomatalängen sowie Blattdurchmesser aber weit. Da auch die altitudinale Verbreitung kaum Unterschiede zwischen der hexaploiden subsp. *stricta* und der oktaploiden subsp. *bauzanina* zeigt, steht oft nur die Chromosomenzahl für die eindeutige Zuordnung von Material zur Verfügung. Auf diese große Ähnlichkeit machte schon PILS (1984) aufmerksam, der die oktaploide *Festuca bauzanina* subsp. *bauzanina* für ein allopolyploides Produkt aus der diploiden *Festuca valesiaca* und der hexaploiden *F. stricta* subsp. *sulcata* hielt. Meines Erachtens ist außerdem die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass zwischen den beiden oktaploiden Sippen der *Festuca bauzanina* s.l. Übergangsformen in Südtirol auftreten. Diese sind morphologisch und anatomisch schwer von *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica* zu unterscheiden.

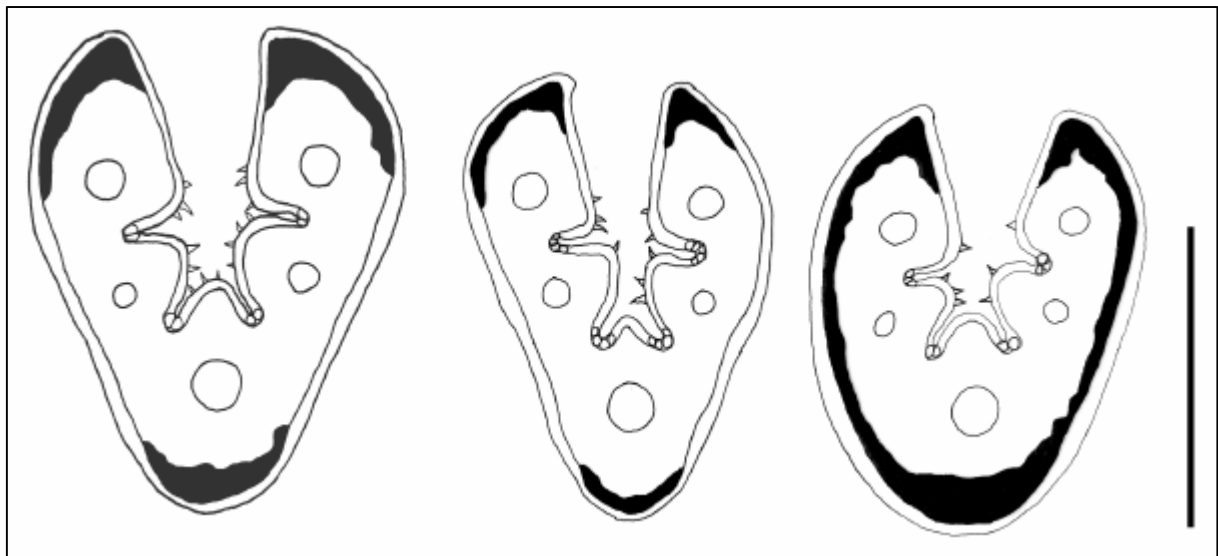


Abb. 17. Blattquerschnitte von *Festuca bauzanina* subsp. *bauzanina*. Alle Blattquerschnitte stammen von Pflanzen aus dem Gebiet der Typus-Lokalität bei Kampatsch (Italien, Prov. Bozen, Schnalstal). (Maßstab = 0,5 mm)

Karyologisch überprüfter Beleg:

Italien, Prov. Bolzano: Sw-exp. Felsen am Südennde des Schnalstals 14 km o Meran, 650 m, 17-VI-2002, S. Arndt 1027 (Herb. Arndt).

Gesehene Belege:

Italien, Prov. Bolzano: Am Weg von Alzwang nach Bad Ratzes beim Schlern, 12-VII-1905, C. Schröter (ZT); Sw-exp. Felsen am Südennde des Schnalstals 14 km o Meran, 650 m, 17-VI-2002, S. Arndt 1027 (Herb. Arndt); Vinschgau, Schlanders, Schlandrauner Tal, 9330/4, UTM PS-36, 1220-1300 m, 2-VII-1999, G. Gottschlich 38180 (Herb. Müller).

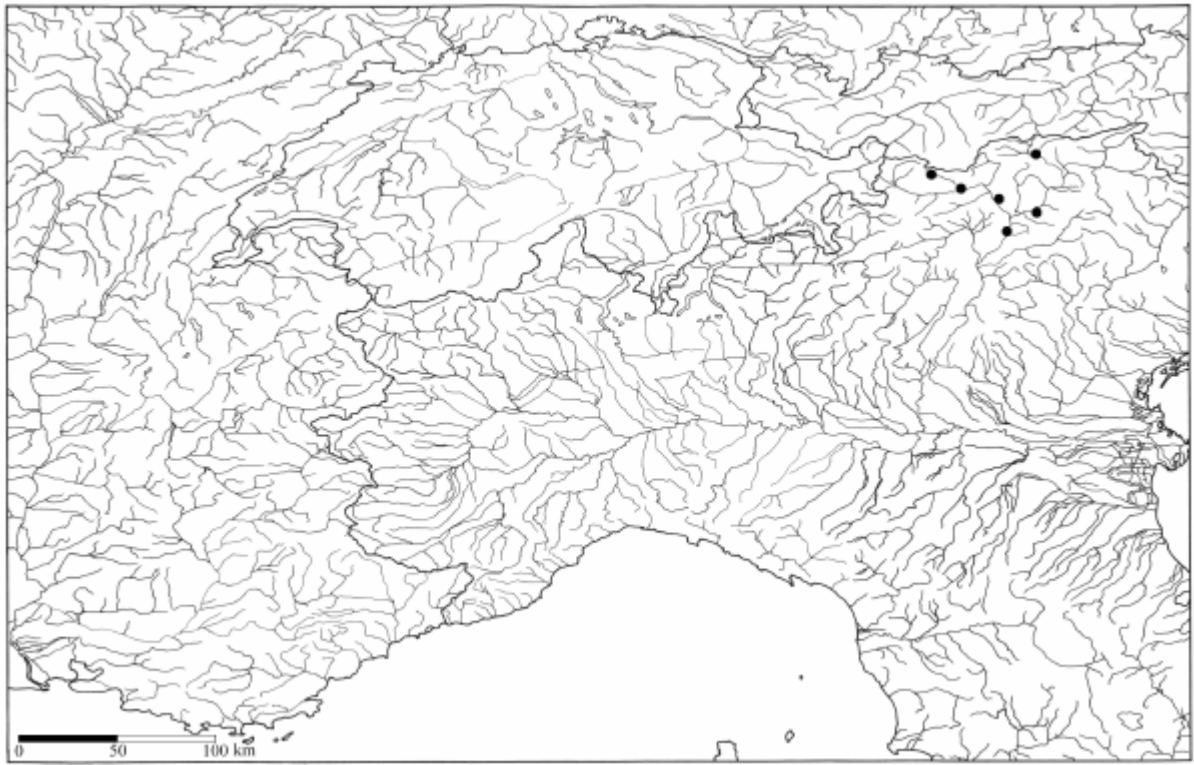


Abb. 18. Verbreitung von *Festuca bauzanina* subsp. *bauzanina* in den Alpen.

12.3.2 *Festuca bauzanina* (PILS) S. ARNDT subsp. *rhaetica* S. ARNDT, subsp. nov. prov.

Typus: Schweiz, Graubünden, Engiadina Bassa, S-exposed silicious rock ca. 2 km E Zernez, ca. 1600 m, 3.6.1999, J. Müller 8453 (Holotypus: JE, Isotypen: G, Z).

Festuca strictae subsp. *trachyphyllae* similis, sed numero chromosomatum somaticorum $2n=56$ (non $2n=42$) differt. *Festuca bauzaninae* subsp. *bauzaninae* similis, sed laminis foliorum basium cum (6-)7(-8) nervis differt.

Pflanzen 30-60 cm hoch. Blätter zuweilen bereift. Blattscheiden der Grundblätter offen bis halb geschlossen, glatt oder in der oberen Hälfte behaart. Blattspreiten der Grundblätter 7-35 cm lang, 0,5-1,1 mm im Durchmesser, abaxial mindestens im oberen Viertel behaart, grün. Stomatakomplexe (30-)35-42(-50) μm lang. Grundblätter im Querschnitt V-förmig mit (6-)7(-8) Nerven, 3-5 Rippen und 4 Furchen, meist 3 Sklerenchymsträngen (2 marginal, 1 zentral). Rispen 5,5-12,5 cm lang, während der Anthese 3-6,5 cm breit, mit 12-40 Ährchen. Ährchen 6,4-8,6 mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Deckspelzen (4-)4,5-6,3 mm lang, apikal mit einer (1-)1,5-3 mm langen, geraden Granne. Antheren 2,4-4 mm lang. Abbildungen: Abb. 19.

Verbreitung und Standort: *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica* kommt nur in den Zentralalpen vor. Das Areal erstreckt sich etwa von Bozen im Osten bis in das östliche Oberengadin im Westen und befindet sich fast vollständig zwischen den Höhenzügen der Silvretta-Gruppe und

des Ortlermassivs. Die Sippe kommt in den norditalienischen Provinzen Bolzano (Bozen) und Trento sowie dem Schweizer Kanton Graubünden vor (Abb. 20). Sie wächst auf meist südexponierten Felsen und Moränenhängen, in Trocken- und Halbtrockenrasen und selten in Bergwiesen sowohl auf Kalk als auch auf Silikat in Höhen zwischen 1000 und 2400 m. Stellenweise ist sie auch in lichten Lärchen- oder Zirbenwäldern zu finden.

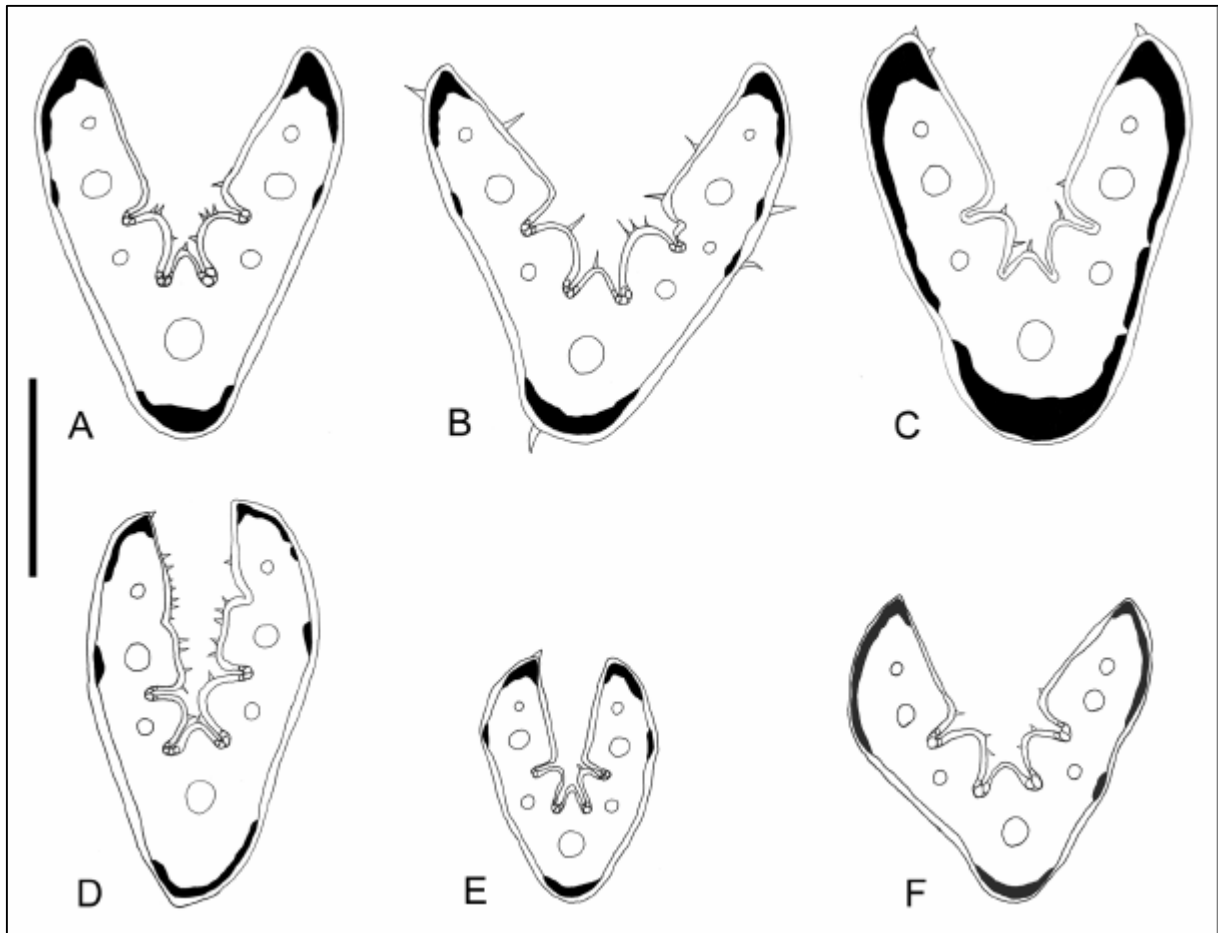


Abb. 19. Blattquerschnitte von *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica*. A-F repräsentieren verschiedene Populationen im Untersuchungsgebiet. A, E) Schweiz, Graubünden, Zernez; B) Italien, Prov. Trento, Commezzadura; C, D) Italien, Prov. Bozen, Vinschgau (Guflang und Schlinig); F) Schweiz, Graubünden, Madulain. (Maßstab = 0,5 mm)

Variabilität und systematische Stellung: Die größte Variabilität zeigt die Unterart hinsichtlich der Behaarung der Hüll- und Deckspelzen sowie der Grundblätter. Wie die typische Unterart ist *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica* oktaploid. Als einziger \pm konstanter Unterschied zwischen beiden Unterarten ist die Zahl der Nerven im Querschnitt der Grundblätter zu betrachten (5 bei der subsp. *bauzanina*, (6-)7 bei der subsp. *rhaetica*). Ähnlich unterscheiden sich die hexaploiden *Festuca stricta* subsp. *sulcata* und subsp. *trachyphylla*). Morphologisch sind *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* und *F. bauzanina* subsp. *rhaetica* kaum zu unterscheiden. Beide besitzen raue Grundblätter mit (6-)7 Nerven und ähnlicher Verteilung des Sklerenchyms und sind nur anhand ihrer Chromosomenzahl eindeutig zu erkennen. Ährchen-, Deckspelzen-, Grannen- und Stomatalänge sind zwar bei *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica* aufgrund des höheren Ploidiegrads etwas größer, überlappen allerdings mit den Werten von *F. stricta* subsp. *trachyphylla* in einem weiten Bereich. Ähnlich ist das

Problem der Abgrenzung zur dekaploiden *Festuca guinochetii*. Stellenweise können auch raublättrige Formen der oktaploiden *Festuca laevigata* subsp. *laevigata* zu Verwechslungen führen. Aufgrund der gleichen Chromosomenzahl ist im gemeinsamen Areal der Unterarten von *Festuca bauzanina* mit morphologischen Übergangsformen zwischen diesen zu rechnen, die ebenfalls oktaploid wären und entsprechend ihrer Merkmale eher in die Varianz von *F. bauzanina* subsp. *rhaetica* fallen würden (raue Grundblätter mit mehr als fünf Nerven). BILDAULT (1967) bestimmte diese oktaploide Sippe bei Zernez (Unterengadin) als *Festuca ovina* subsp. *dalmatica* var. *taurica* (siehe auch MARKGRAF-DANNENBERG 1981). Neben oktaploiden fand BIDAULT (1967) an dieser Stelle auch heptaploide Pflanzen, die sich anhand ihrer grünen, unbereiften Blätter von den oktaploiden Pflanzen unterscheiden sollten. Sowohl bereifte als auch unbereifte Pflanzen erwiesen sich allerdings als oktaploid.

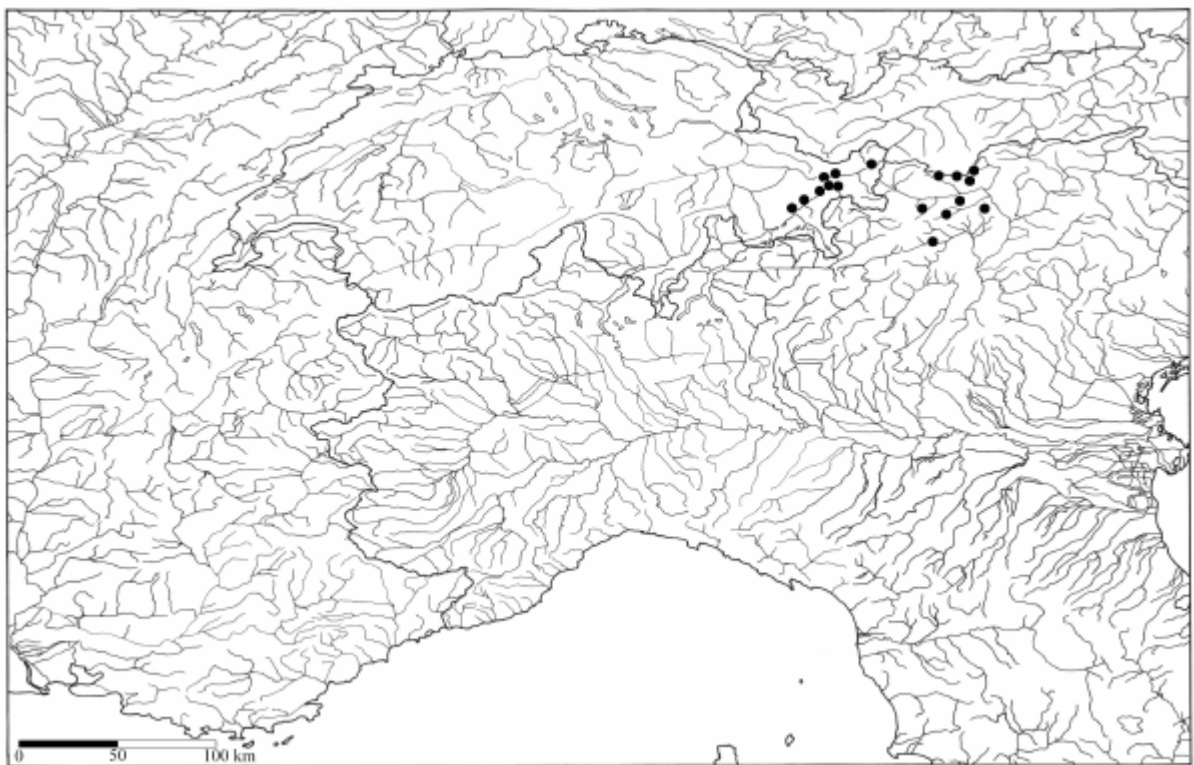


Abb. 20. Verbreitung von *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica* in den Alpen.

Karyologisch überprüfte Belege:

Schweiz, Graubünden: S-exposed rock ca. 1 km e Zernez, ca. 1600 m, 3-VI-1999, *J. Müller* 8452 (Herb. Müller); Engiadina Bassa, 500 m sso Guarda, Felsen an der Strasse, 1440 m, 31-V-2002, *S. Arndt* 1507 (Herb. Arndt); Engiadina Bassa, s-exp. Hang 500 m s Guarda, 1600 m, 28-X-2004, *S. Arndt* 1508 (Herb. Arndt); Engiadina Bassa, 1 km o Zernez, 1580 m, 29-V-2002, *S. Arndt* 1509, 1510, 1511 (Herb. Arndt); Engiadina Bassa, 2,3 km o Zernez, Felsen am Strassenrand, 1660 m, 31-V-2002, *S. Arndt* 1512 (Herb. Arndt); Engiadina Ota, Felsen an der Inn-Brücke w Madulain, 1710 m, 31-V-2002, *S. Arndt* 1506 (Herb. Arndt).

Italien, Prov. Bolzano: Nassereit (Schnals), Pfossental 200 m w Hof Nassereit, 1600 m, 9-VI-2004, *S. Arndt* 1505 (Herb. Arndt); s-exp. Felsen an der Strasse 13 km s Meran, ca. 3 km no Passo delle Palade, ca. 1000 m, 17-VI-2002, *S. Arndt* 1029 (Herb. Arndt); Tabland (Partschins), ca. 0,1 km WNW Hof Steiner, way to Nassereithütte, 1460 m, 31-VIII-1999, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 1049); Guflgang (Schnals), way to Hof Schmied near north portal of the tunnel, 1380 m, 14-IX-2003, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 2305); Ober-Gerstgras (Schnals), sw slope 0,7 km NNE Hof Untergerstgras, 2100 m, 14-IX-

2003, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 2307); Schlinig (Mals), 0,2 km NNW chapel St. Anna left of Schartelbach, 1310 m, 13-IX-2003, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 2306); **Prov. Trento**: Hänge am westl. Ortsausgang von Commezzadura, 19 km ono Passo del Tonale, ca. 1000 m, 17-VI-2002, *S. Arndt 1028* (Herb. Arndt).

Gesehene Belege:

Schweiz, Graubünden: Station Süs, Unter-Engadin, 22-VII-1935, *A. U. Däniker* (Z); Zernez, 25-VII-1939, *E. Schmid* (Z); Ramosch, unterhalb Burgruine, s.coll. (Z); Ob Zernez, 1840 m, s.coll. (Z); Clüs bei Zernez, 1620 m, *H. Zoller* (Z); Unter-Engadin, Val Mela zw. Carolina und Cinuos-chel, 1600 m, *H. Zoller* (Z); Zernez, Felsnische gegen Ofenpass, s.coll. (Z); Guarda, Bos-cha, s.coll. (Z); Unter-Engadin, La Serra E Zernez, 804400/175450, 1650 m, 9-VIII-1991, *W. Huber & D. Frey* (ZT 13234, ZT 13219); Unter-Engadin, La Serra E von Zernez, 804400/175500, 1700 m, *W. Huber & M. Fotsch* (ZT 11629); Ober-Engadin, Las Costas NE von Marguns oberhalb Celerina, 2410 m, 22-VII-1992, *W. Huber & A.-B. Utelli* (ZT 13995a); Zernez, Felsen am Weg nach Susch, VII-1960, s.coll. (ZT); S-exposed rock ca. 1 km e Zernez, ca. 1600 m, 3-VI-1999, *J. Müller 8452* (Herb. Müller); Engiadina Bassa, 500 m sso Guarda, Felsen an der Strasse, 1440 m, 31-V-2002, *S. Arndt 1507* (Herb. Arndt); Engiadina Bassa, s-exp. Hang 500 m s Guarda, 1600 m, 28-X-2004, *S. Arndt 1508* (Herb. Arndt); Engiadina Bassa, 1 km o Zernez, 1580 m, 29-V-2002, *S. Arndt 1509, 1510, 1511* (Herb. Arndt); Engiadina Bassa, 2,3 km o Zernez, Felsen am Strassenrand, 1660 m, 31-V-2002, *S. Arndt 1512* (Herb. Arndt); Engiadina Ota, Felsen an der Inn-Brücke w Madulain, 1710 m, 31-V-2002, *S. Arndt 1506* (Herb. Arndt).

Italien, Prov. Bolzano: Nassereit (Schnals), Pfossental 200 m w Hof Nassereit, 1600 m, 9-VI-2004, *S. Arndt 1505* (Herb. Arndt); s-exp. Felsen an der Strasse 13 km s Meran, ca. 3 km no Passo delle Palade, ca. 1000 m, 17-VI-2002, *S. Arndt 1029* (Herb. Arndt); Tabland (Partschins), ca. 0,1 km WNW Hof Steiner, way to Nassereithütte, 1460 m, 31-VIII-1999, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 1049); Guflgang (Schnals), way to Hof Schmied near north portal of the tunnel, 1380 m, 14-IX-2003, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 2305); Ober-Gerstgras (Schnals), sw slope 0,7 km NNE Hof Untergerstgras, 2100 m, 14-IX-2003, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 2307); Schlinig (Mals), 0,2 km NNW chapel St. Anna left of Schartelbach, 1310 m, 13-IX-2003, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 2306); **Prov. Trento**: Hänge am westl. Ortsausgang von Commezzadura, 19 km ono Passo del Tonale, ca. 1000 m, 17-VI-2002, *S. Arndt 1028* (Herb. Arndt).

12.4 *Festuca guinochetii* (BIDAULT) S. ARNDT, stat. nov. prov.

Basionym: *Festuca ovina* L. var. *guinochetii* BIDAULT, Bull. Soc. Bot. France 114 (1967): 58.

Typus: Italien, Lombardei, Prov. Sondrio, Adda-Tal bei San Antonio, 1350 m, 4-VII-1965, *M. Bidault s.n.* (Holotypus: Herb. Bidault, nicht gesehen).

Ausdauernde Kräuter, 30-60 cm hoch, dicht horstförmig, ohne Ausläufer. Innovation intravaginal. Stängel grün mit 1-2(-3) Knoten. Blattspreiten der Stängelblätter ähnlich denen der Grundblätter, conduplicat. Blattscheiden der Grundblätter selten weniger als ein Viertel geschlossen oder offen, meist ein Drittel bis halb geschlossen, häutig, in der oberen Hälfte grün, sonst blass grün, weißlich, selten rötlich, meist glatt oder oben rau, selten in der oberen Hälfte rau. Blattspreiten der Grundblätter aufrecht, borstenförmig 5-30 cm lang, 0,7-1,3 mm im Durchmesser, abaxial mindestens im oberen Viertel behaart, oft bereift. Ränder der Blattspreiten mit kräftigen, oft gekrümmten Haaren. Abaxiale Blattepidermis mit Paaren aus Kork- und Kieselzellen zwischen Langzellen (60-250 x 15-30 µm) mit undulaten Wänden. Adaxiale Blattepidermis mit kurzen Haaren und Langzellen nahe dem Blattrand mit undulaten Wänden. Stomatakomplexe (37-)45-50(-55) µm lang. Grundblätter im Querschnitt V- oder U-förmig mit 7-9 Nerven, 3-5 Rippen und 4 Furchen, meist 3 Sklerenchymsträngen (2 marginal, 1 zentral), manchmal mit 2 oder mehr zusätzlichen abaxialen

Sklerenchymsträngen nahe den marginalen und/oder die marginalen Sklerenchymstränge oft etwas herablaufend oder das Sklerenchym einen fast geschlossenen Ring bildend. Geschlossene Sklerenchymringe mit deutlich verdickten zentralen und marginalen Bereichen. Adaxiale Epidermis unterhalb der Furchen oft mit Streifen bulliformer Zellen. Rispen 4,5-13,5 cm lang, während der Anthese 3-6,5 cm breit, \pm locker, vor und nach der Anthese zusammengezogen, mit 12-45 Ährchen. Rispenäste und Ährchenstiele rau, letztere 1-4(-5) mm lang. Ährchen lanzettlich, 4-6blütig, 7,3-8,5(-9) mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Hüllspelzen grün mit gezähnten Rändern, auf der abaxialen Seite kahl oder höchstens in der distalen Hälfte kurz behaart. Untere Hüllspelze lanzettlich, 1nervig. Obere Hüllspelze elliptisch, 3nervig. Deckspelzen grün, 5nervig, 5-5,8(-6,3) mm lang, apikal mit einer 1,8-2,5(-3,2) mm langen, geraden Granne, abaxial kahl bis höchstens in der distalen Hälfte kurzborstig. Ränder zuweilen in der distalen Hälfte mit langen Haaren. Vorspelze \pm so lang wie die Deckspelze, Kiele in der unteren Hälfte rau in der oberen kurzhaarig. Antheren 1,8-3,2 mm lang. Pollenkörner 33-38 μ m im Durchmesser. Chromosomenzahl: $2n=8x=70$. Abbildungen: Abb. 21.

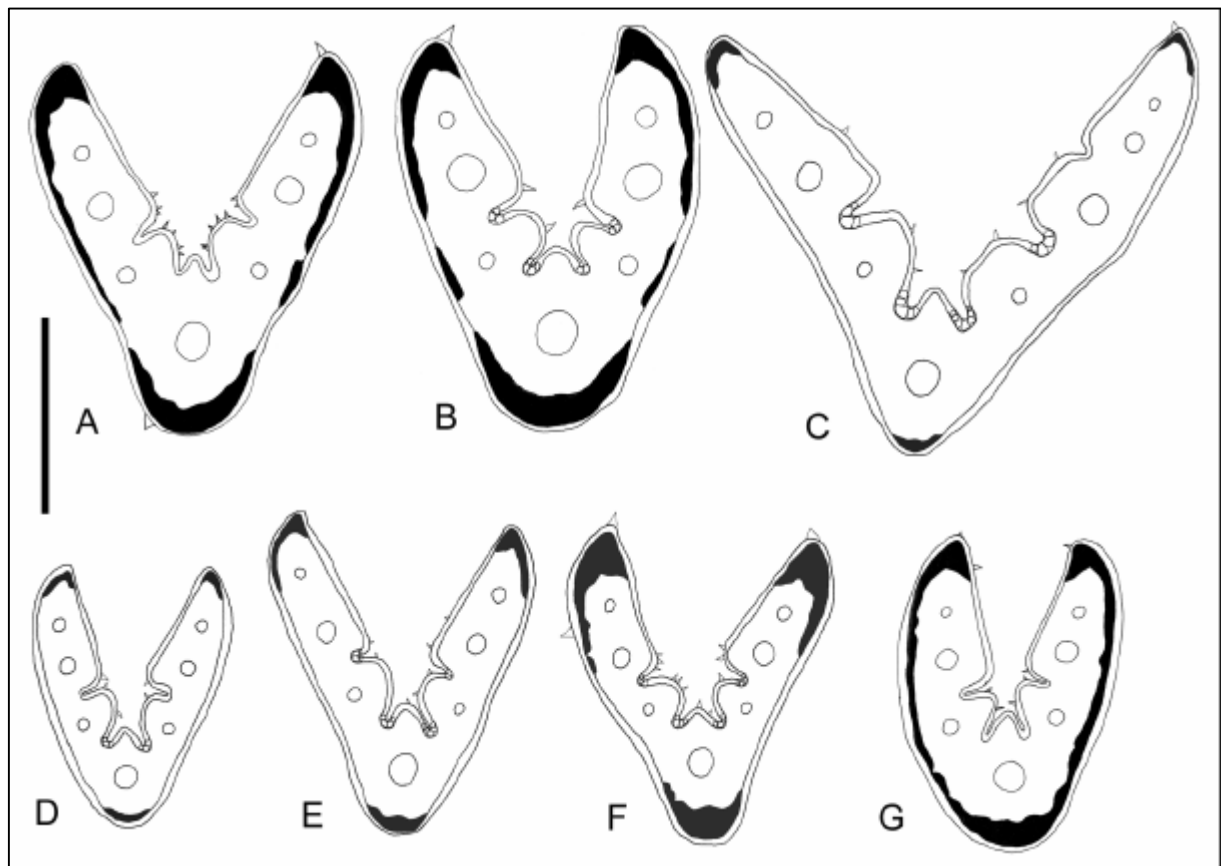


Abb. 21. Blattquerschnitte von *Festuca guinochetii*. A-G repräsentieren verschiedene Populationen im Untersuchungsgebiet. A, C, D, E) Italien, Prov. Sondrio, Bormio östlich bis S. Antonio; B) Italien, Prov. Trento, Tonale; F) Italien, Prov. Bozen, Kesselalm; G) Schweiz, Graubünden, Varusch. (Maßstab = 0,5 mm)

Verbreitung und Standort: *Festuca guinochetii* ist außer von der Typus-Lokalität nahe Bormio nur von wenigen weiteren Fundorten bekannt. Davon befinden sich zwei im Schweizer Kanton Graubünden, für den diese Sippe nun erstmals nachgewiesen werden konnte. Vom Fundort bei Samedan fehlt noch der zytologische Nachweis (Abb. 22). Aufgrund des Blattquerschnitts, der Stomatalängen und der relativen Nähe zum karyologisch bestätigten Fundort bei Varusch (Ober-Engadin), kann es sich dort um *Festuca guinochetii* handeln. Weitere Fundorte liegen am Passo del Tonale im Grenzgebiet der italienischen Provinzen Brescia und Trento sowie bei Proveis in der Provinz Bozen. Die Art wächst an süd- oder westexponierten Felsen oder Moränenhängen bzw. in Trockenrasen in Höhen von 1200 bis 1900 m und ist bisher nur von silikathaltigem Untergrund bekannt.

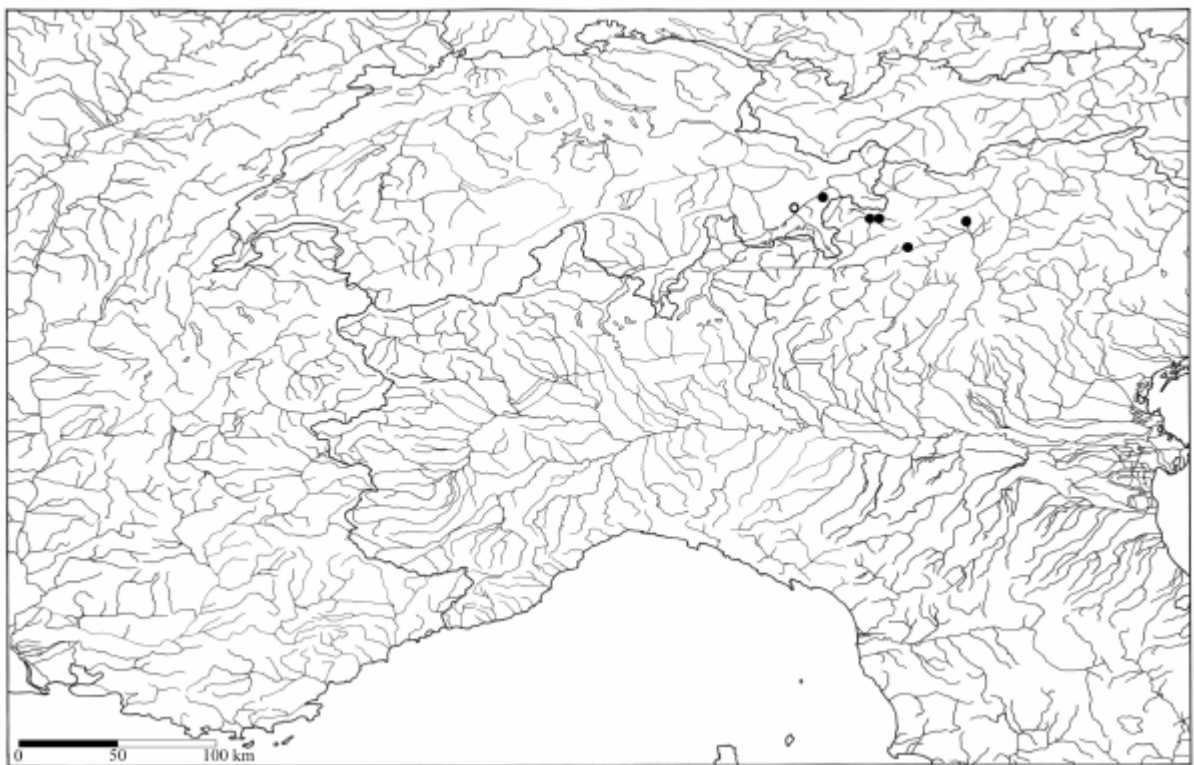


Abb. 22. Verbreitung von *Festuca guinochetii* in den Alpen. Der leere Kreis markiert den karyologisch nicht untersuchten Herbarbeleg bei Samedan.

Variabilität und systematische Stellung: Die Behaarung der Grundblätter und der Blattquerschnitt zeigen eindeutig die Zugehörigkeit dieser Art zur *Festuca valesiaca*-Gruppe. Dabei treten die schon unter *F. stricta* subsp. *trachyphylla* und *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica* erwähnten Schwierigkeiten bei der Unterscheidung der drei Taxa auf. Anhand der Stomatalängen und der Ährchenmerkmale ist die Art nicht eindeutig zu bestimmen. Diese quantitativen Merkmale überlappen fast völlig mit den oktaploiden und größtenteils mit den hexaploiden Sippen. Die geringe Variabilität der morphologischen und anatomischen Merkmale, wie sie BIDAULT (1967) darlegte, kann nicht bestätigt werden.

Karyologisch überprüfte Belege:

Schweiz, Graubünden: Engiadina Ota, Tal der Ova da Varusch s Varusch, 1650 m, 1-X-2004, S. Arndt 1503 (Herb. Arndt).

Italien, Prov. Bolzano: Proveis, 450 m E Kesselalm, 1860 m, 1-IX-2002, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 1054); **Prov. Sondrio:** Bormio, ca. 1200 m, 13-V-1911, *E. Furrer* (ZT); S-exposed slope ca. 1,5 km ese San Antonio, e Bormio, ca. 1400 m, 2-VI-1999, *J. Müller 8456* (Herb. Müller); S-exposed slope ca. 500 m w Uzza, beside road to Bormio, ca. 1280 m, 2-VI-1999, *J. Müller 8457* (Herb. Müller); Valfurva, Hänge n S. Nicolo, 2,5 km o Bormio, 1390 m, 10-VI-2001, *S. Arndt 389* (Herb. Arndt); Adda-Tal 1 km o Bormio, Felsen an der Strasse nach Uzza, 1260 m, 10-VI-2002, *S. Arndt 1516* (Herb. Arndt); Südexp. Felsen an der Strasse Bormio-Uzza, 1 km o Bormio, ca. 1260 m, 10-VI-2001, *S. Arndt 383* (Herb. Arndt); Adda-Tal 2,7 km o Bormio, Hänge n S. Nicolo, ca. 1450 m, 31-V-2002, *S. Arndt 1514* (Herb. Arndt); **Prov. Trento:** 5 km ono Passo del Tonale, ca. 1500 m, 2-VI-2003, *S. Arndt 1504* (Herb. Arndt).

Gesehene Belege:

Schweiz, Graubünden: Samedan obh. Muntrütsch, 786950/157700, ca. 1850 m, 20-VII-1988, *E. Landolt* (ZT); Engiadina Ota, Tal der Ova da Varusch s Varusch, 1650 m, 1-X-2004, *S. Arndt 1503* (Herb. Arndt).

Italien, Prov. Bolzano: Proveis, 450 m E Kesselalm, 1860 m, 1-IX-2002, *T. Wilhalm* (BOZ PVASC 1054); **Prov. Sondrio:** Bormio, ca. 1200 m, 13-V-1911, *E. Furrer* (ZT); S-exposed slope ca. 1,5 km ese San Antonio, e Bormio, ca. 1400 m, 2-VI-1999, *J. Müller 8456* (Herb. Müller); S-exposed slope ca. 500 m w Uzza, beside road to Bormio, ca. 1280 m, 2-VI-1999, *J. Müller 8457* (Herb. Müller); Valfurva, Hänge n S. Nicolo, 2,5 km o Bormio, 1390 m, 10-VI-2001, *S. Arndt 389* (Herb. Arndt); Adda-Tal 1 km o Bormio, Felsen an der Strasse nach Uzza, 1260 m, 10-VI-2002, *S. Arndt 1516* (Herb. Arndt); Südexp. Felsen an der Strasse Bormio-Uzza, 1 km o Bormio, ca. 1260 m, 10-VI-2001, *S. Arndt 383* (Herb. Arndt); Adda-Tal 2,7 km o Bormio, Hänge n S. Nicolo, ca. 1450 m, 31-V-2002, *S. Arndt 1514* (Herb. Arndt); **Prov. Trento:** 5 km ono Passo del Tonale, ca. 1500 m, 2-VI-2003, *S. Arndt 1504* (Herb. Arndt).

13 FESTUCA LAEVIGATA-GRUPPE

13.1 *Festuca ticinensis* (MARKGR.-DANN.) MARKGR.-DANN., Bot. J. Linn. Soc. 76 (4) (1978): 328.

Basionym: *Festuca ovina* L. subsp. *ticinensis* MARKGR.-DANN., Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel 57 (1976): 62.

Typus: Schweiz, Ticino, Monte Generoso, San Nicolao, 800-1000 m, Mai 1960, *I. Markgraf-Dannenberg* (In Z und im Privatherbarium MARKGR.-DANN. in Zürich wurde kein Typusmaterial vorgefunden).

Ausdauernde Kräuter, 25-60(-70) cm hoch, dicht horstförmig, ohne Ausläufer. Innovation intravaginal. Stängel grün bis blaugrün mit 1-2(-3) Knoten. Blattspreiten der Stängelblätter ähnlich denen der Grundblätter, conduplicat. Blattscheiden der Grundblätter offen bis ein Drittel geschlossen, häutig in der oberen Hälfte grün bis blaugrün, sonst blassgrün, weißlich oder rötlich, kahl und glatt oder in der oberen Hälfte rau. Blattspreiten der Grundblätter aufrecht, borstenförmig, 15-50 cm lang, 0,5-1,3 mm im Durchmesser, abaxial kahl oder behaart und meist deutlich rau, bereift oder unbereift. Ränder der Blattspreiten mit kräftigen, oft gekrümmten Haaren. Abaxiale Blattepidermis mit Paaren aus Kork- und Kieselzellen zwischen Langzellen (40-230 µm x 12-32 µm) mit undulaten Wänden. Adaxiale Blattepidermis mit kurzen Haaren und Langzellen nahe dem Blattrand mit undulaten Wänden, unterhalb der Furchen in der Regel mit Streifen bulliformer Zellen. Stomatakompexe (31-)35-43(-46) µm lang. Grundblätter im Querschnitt U- oder V-förmig,

mit (5-)7-9(-11) Nerven, 3-7 Rippen, 4-6 Furchen und einem unterbrochenen oder geschlossenen, etwa gleichmäßig dicken Sklerenchymring. Marginale und zentrale Bereiche des Sklerenchymrings nicht oder nur unwesentlich dicker als die übrigen Bereiche des Rings. Rispen 5-15 cm lang, während der Anthese 3-6 cm breit, ± locker, vor und nach der Anthese zusammengezogen, mit 10-40(-45) Ährchen. Rispenäste und Ährchenstiele rau, letztere 0,5-5 mm lang. Ährchen lanzettlich, 4-7(-8)blütig, (6-)7-9,5(-10) mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Hüllspelzen grün bis blaugrün mit kurz gezähnten, breit hyalinen Rändern, abaxiale Seite kahl bis zerstreut borstig in der distalen Hälfte. Untere Hüllspelze lanzettlich, 1nervig. Obere Hüllspelze elliptisch, 3nervig. Deckspelzen grün bis blaugrün, 5nervig, 5-6,5(-6,8) mm lang, apikal mit einer 0,8-3(-4,3) mm langen, geraden Granne, abaxial an der Spitze borstig oder weit hinab dicht behaart, Ränder mit oder ohne lange Haare. Vorspelze ± so lang wie die Deckspelze, Kiel in der unteren Hälfte rau, in der oberen Hälfte kurzhaarig. Antheren 2,5-3,5 mm lang. Pollenkörner 30-38 µm im Durchmesser. Chromosomenzahl: $2n=6x=42$. Abbildungen: Abb. 23, 25.

13.1.1 *Festuca ticinensis* MARKGR.-DANN. subsp. *ticinensis*

Pflanzen 30-60 cm hoch. Blattscheiden der Grundblätter ein Sechstel bis ein Drittel geschlossen, in der oberen Hälfte meist rau. Blattspreiten der Grundblätter 0,5-1(-1,2) mm im Durchmesser, abaxial behaart und meist deutlich rau, meist bereift. Langzellen der abaxialen Blattepidermis 65-230 x 15-32 µm lang. Stomatakomplexe (31-)35-43(-46) µm lang. Grundblätter im Querschnitt U- oder V-förmig, mit (5-)7(-9) Nerven, 3(-5) Rippen, 4 Furchen. Rispen mit 12-40(-45) Ährchen. Ährchen 4-6blütig, (6-)6,5-9(-9,5) mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Hüllspelzen grün bis blaugrün mit kurz gezähnten, breit hyalinen Rändern, abaxiale Seite in der distalen Hälfte zerstreut borstig. Deckspelzen grün bis blaugrün, apikal mit einer (0,8-)2-3,5(-4,3) mm langen Granne, abaxial an der Spitze oder in der distalen Hälfte kurzborstig, Ränder in der Regel ohne lange Haare. Pollenkörner 30-36 µm im Durchmesser. Abbildungen: Abb. 23.

Verbreitung und Standort: *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* ist nicht auf das Tessin beschränkt, sondern kommt auch im Gebiet östlich des Comer Sees (Provinzen Como und Lecco) bzw. östlich des Lago Maggiore (Provinz Varese) in Italien vor (Abb. 24). Die Sippe wächst vorwiegend auf besonnten Kalkfelsen in Höhen zwischen 200 und 1400 m. Im Gebiet der Typus-Lokalität bei San Nicolao im Tessin wächst *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* zusammen mit *F. laevigata* auf Kalkfelsen.

Variabilität und systematische Stellung: Die morphologische und anatomische Variabilität von *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* ist nicht so groß wie bei der nachfolgend erwähnten *Festuca laevigata*. Insbesondere die Behaarungsmerkmale der Ährchen und der abaxialen Blattepidermis sind ± konstant, wobei letztere zuweilen nur an der Spitze der Blätter, meist aber weit hinab behaart sein kann. Auffällig bei dieser Sippe sind große Unterschiede der Länge der Grannen der Deckspelzen. Sie können sowohl unter einem Millimeter als auch bis über vier Millimeter lang sein. Derartig lang begrante Pflanzen sind ausschließlich aus dem

Gebiet um Locarno bekannt. Es handelt sich dabei um Herbarbelege, die nicht zytologisch ausgewertet werden konnten, aber morphologisch und anatomisch anderen Pflanzen der Unterart sehr ähnlich sind. Verwechslungsmöglichkeiten zwischen *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* und anderen Sippen bestehen kaum. Lediglich die Unterscheidung von *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* kann aufgrund der Chromosomenzahl, der rauen Blätter und der Sklerenchymanordnung Probleme bereiten. *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* ist jedoch im Areal der *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* sehr selten. Seit MARKGRAF-DANNENBERG (1978) wurde die Sippe als Art geführt. Aufgrund des Blattquerschnitts insbesondere des unterbrochenen oder geschlossenen, \pm gleichmäßig dicken Sklerenchyms wird sie hier jedoch in die *Festuca laevigata*-Gruppe gestellt. Da *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* und subsp. *billyi* hexaploid sind, werden sie innerhalb der *F. laevigata*-Gruppe als konspezifisch betrachtet und als Unterarten voneinander getrennt.

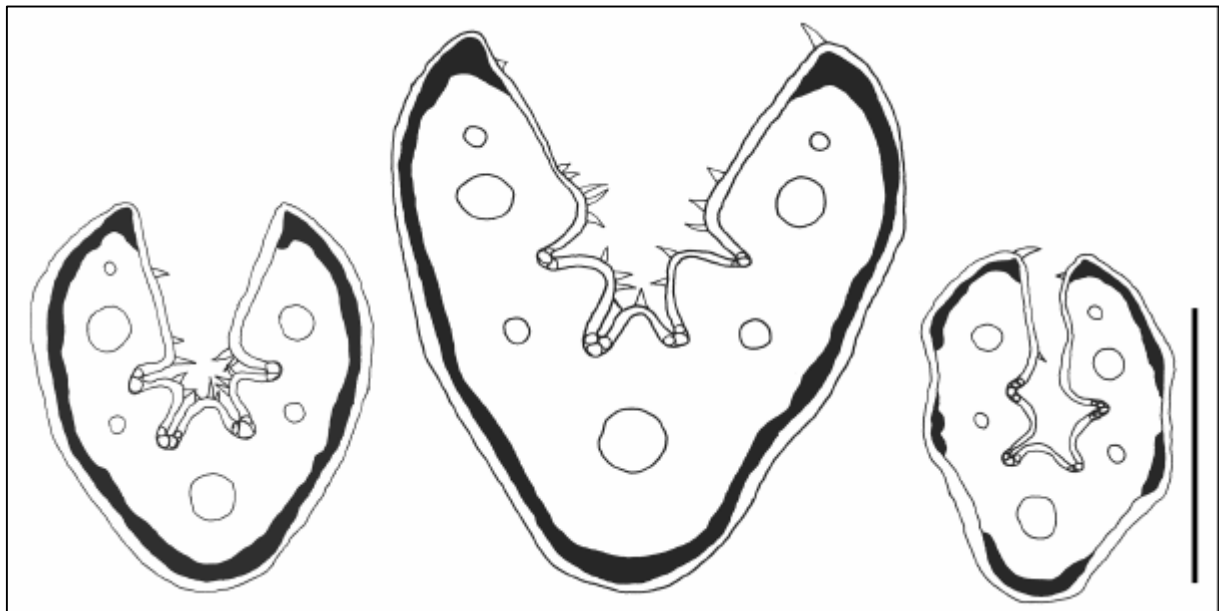


Abb. 23. Blattquerschnitte von *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis*. Alle Blattquerschnitte stammen von Pflanzen der Felsen am O-Ufer des Lago di Como (Italien, Prov. Lecco, Dòrio). (Maßstab = 0,5 mm)

Karyologisch überprüfte Belege:

Schweiz, Ticino: Monastery S. Nicolao n Mendisio, ca. 650 m, 1-VI-1999, J. Müller 6762 (Herb. Müller).

Italien, Prov. Lecco: W-exp. Felsen bei Dòrio, 3 km nno Dèrvio, 210 m, 17-VI-2002, S. Arndt 1031 (Herb. Arndt); Calcareous rock between Lago di Como and the road ca. 1 km n Dòrio, ca. 210 m, 2-VI-1999, J. Müller 6782 (Herb. Müller); Rocks beside road Introzzo-Tremenico ca. 4 km e Introzzo, ca. 700 m, 2-VI-1999, J. Müller 6777 (Herb. Müller).

Gesehene Belege:

Schweiz, Ticino: Locarno, Maggiavelta, 29-V-1913, Freitag (ZT); Ob Gorduno 722700/119530, 320 m, 6-IX-1974, F. Grossmann (ZT); Gneisfelsen ob Olivone, 1000 m, VII-1949, U. Schwarz (ZT); 840606c, Tur-A. Pianspessa, 750 m, P. Selldorf (Z); Caviano, ca. 950 m, 1983, P. Selldorf (Z); Airolo unter Bedrino am Ticino, 688100/153250, 1160 m, 19-VI-1975, F. Grossmann (ZT); Airolo, N ob Fontana, 686200/153100, 1430 m, 19-VI-1975, F. Grossmann (ZT); Westlicher Dorfausgang von Cavigliano Richtg. Intragna, Centovalli, 6 km NW Locarno, 320 m, 22-VI-1985, W. Huber & G. Meinicke (ZT 32921); Cavigliano, 698450/115380, 300 m, 3-VII-1973, M. Meyer (ZT); Zwischen Russo und Vergeletto, 26-V-1906, I. Braun (G); Osogna, 350 m, 2-VI-1905, I. Braun (G); Zwischen Castione

und Claro, 21-V-1904, *E. Steiger* (G); Carasso près Bellinzona, 3-VI-1907, *P. Chenevard* (G); Fusio, Val Lavizzara, 20-VII-1902, *P. Chenevard* (G); Moscia près Ascona, 25-V-1902, *P. Chenevard* (G); Près Brissago, 4-VI-1903, *P. Chenevard* (G); Monastery S. Nicolao n Mendisio, ca. 650 m, 1-VI-1999, *J. Müller 6762* (Herb. Müller); Sottoceneri, Südflanke des M. Generoso, Talhang gegenüber von Cragno, ne Mendrisio, 26-V-2001, *C. Renker 903* (Herb. Müller).

Italien, Prov. Como: Caslino d'Erba, ehemaliger Rebberg, 739500/78050, 460 m, 19-VI-1972, *M. Meyer* (ZT), 440 m, 19-VI-1972, 739950/78190, *M. Meyer* (ZT); Cà Bianca, 741070/79050, 380 m, 19-VI-1972, *M. Meyer* (ZT); 741050/79035, 380 m, 19-VI-1972, *M. Meyer* (ZT); Como, V-1832, *F.S. Alioth* (G); **Prov. Lecco:** W-exp. Felsen bei Dòrio, 3 km nno Dèrvio, 210 m, 17-VI-2002, *S. Arndt 1031* (Herb. Arndt); Calcareous rock between Lago di Como and the road ca. 1 km n Dòrio, ca. 210 m, 2-VI-1999, *J. Müller 6782* (Herb. Müller); Rocks beside road Introzzo-Tremenico ca. 4 km e Introzzo, ca. 700 m, 2-VI-1999, *J. Müller 6777* (Herb. Müller); **Prov. Varese:** Rocca di Caldè, 300 m, 694970/89440, 7-VI-1972, *M. Meyer* (ZT).

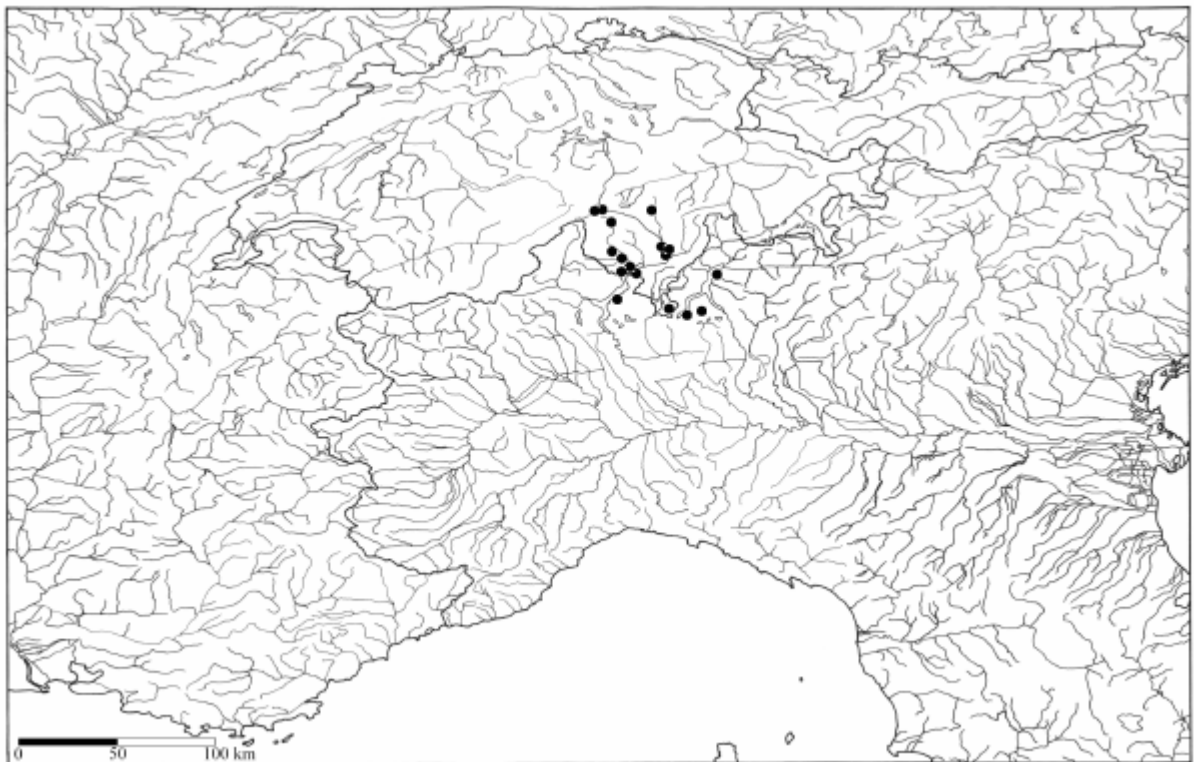


Abb. 24. Verbreitung von *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* in den Alpen.

13.1.2 *Festuca ticinensis* MARKGR.-DANN. subsp. ***billyi*** (KERGUÉLEN & PLONKA) S. ARNDT, comb. nov. prov.

Basionym: *Festuca billyi* KERGUÉLEN & PLONKA, Bull. Soc. Ech. Pl. Vasc. Eur. Bassin Médit. 23 (1991): 87.

Typus: Frankreich, Puy-de-Dôme, Chambon-sur-Lac aux „Têtons de Liaudouze“, 1500 m, 22.7.1988, *F. Billy*, Soc. Ech. Pl. Vasc. Eur. Bassin Médit. 14791 (Holotypus: LG, nicht gesehen, Isotypus: G).

Pflanzen 25-60(-70) cm hoch. Stängel grün mit 1-2(-3) Knoten. Blattscheiden der Grundblätter offen bis ein Drittel geschlossen, häutig in der oberen Hälfte grün, kahl und glatt

oder oben etwas rau. Blattspreiten der Grundblätter (0,7-)0,8-1,3 mm im Durchmesser, abaxial kahl nur sehr selten an der Spitze etwas behaart und rau, bereift oder nicht bereift. Langzellen der abaxialen Blattepidermis 40-180 x 20-30 µm lang. Stomatakomplexe 35-43 µm lang. Grundblätter im Querschnitt meist U-förmig, mit 7-9(-11) Nerven, (3-)5-7 Rippen, 4-6 Furchen. Rispen 5-12 cm lang, mit 10-35 Ährchen. Ährchenstiele 1-5 mm lang. Ährchen 7-9,5(-10) mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Hüllspelzen grün mit kurz gezähnten, breit hyalinen Rändern, abaxiale Seite kahl bis zerstreut borstig in der distalen Hälfte. Deckspelzen grün, (5-)5,5-6,5 mm lang, apikal mit einer 1,1-2,6(-3) mm langen Granne, Ränder meist lang bewimpert. Abbildungen: Abb. 25.

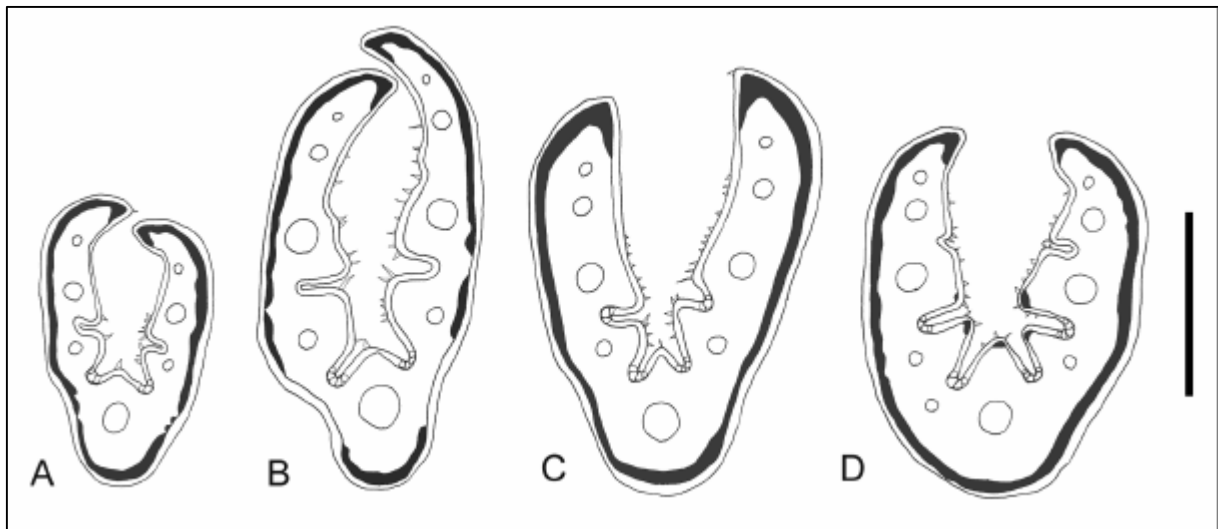


Abb. 25. Blattquerschnitte von *Festuca ticinensis* subsp. *billyi*. A-D repräsentieren verschiedene Populationen aus dem Massif Central (Frankreich, Auvergne). A) Puy-de-Dôme, Chambon-sur-Lac (Isotypus); B) Haute Loire, Mont Mézenc; C) Cantal, Puy Mary; D) Puy-de-Dôme, Puy de Sancy. (Maßstab = 0,5 mm)

Verbreitung und Standort: Der bislang einzige bekannte Fundort von *Festuca ticinensis* subsp. *billyi* in den Alpen befindet sich in Frankreich, im Département Var (ŠMARDÁ et al. im Druck). Sie wurde aus dem französischen Zentralmassiv beschrieben und kommt nach FOGGI & ROSSI (1996) auch im Toskanischen Apennin und in den Apuanischen Alpen vor (Abb. 26). Die Sippe wächst in der Regel auf Silikat in subalpinen Heiden oder auf Felsen (KERGUÉLEN & PLONKA 1991, FOGGI & ROSSI 1996) in Höhen zwischen 650 und 2000 m. Lediglich die Pflanzen im Département Var wachsen auf Kalk.

Variabilität und systematische Stellung: *Festuca ticinensis* subsp. *billyi* ist in morphologischer und anatomischer Hinsicht nicht besonders variabel. Lediglich die Behaarung auf der Dorsalseite der Deckspelzen kann unterschiedlich stark ausgebildet sein. Die Deckspelzenränder sind in der Regel bewimpert. Auch im Blattquerschnitt der Grundblätter, besonders bei der Anordnung des Sklerenchyms, sind kaum Unterschiede zwischen den einzelnen Populationen vorhanden. Geschlossene Sklerenchymringe überwiegen meist. Aufgrund ihrer Chromosomenzahl wird die Sippe hier als Unterart zu *Festuca ticinensis* gestellt. Durch die glatten Blätter und den Blattquerschnitt kann man *Festuca ticinensis* subsp. *billyi* mit *Festuca laevigata* verwechseln. Beide Sippen können nur anhand ihrer

Chromosomenzahlen sicher voneinander getrennt werden. Tendenzielle anatomische und morphologische Merkmale für die Unterscheidung der beiden Taxa sind die Spaltöffnungsweiten sowie teilweise die Grannen- und Antherenlängen.

Anzumerken ist die große Ähnlichkeit hinsichtlich morphologischer und anatomischer Merkmale zwischen den Pflanzen, die von ŠMARDÁ aus dem Grand Canyon du Verdon gesammelt wurden und der tetraploiden *Festuca cinerea*. Die Grundblätter sind zerstreut behaart und rau. Das Sklerenchym ist zwischen Blattrand und Blattmitte jederseits verdickt und nicht \pm gleichmäßig stark. Außerdem sind die Deckspelzen völlig kahl, die Grundblattscheiden teilweise zur Hälfte geschlossen und die Stomatalängen liegen mit 30-36 μm eher am unteren Rand der Variationsbreite von *Festuca ticinensis* subsp. *billyi*. Lediglich die Chromosomenzahl von $2n=42$ spricht gegen *Festuca cinerea*.

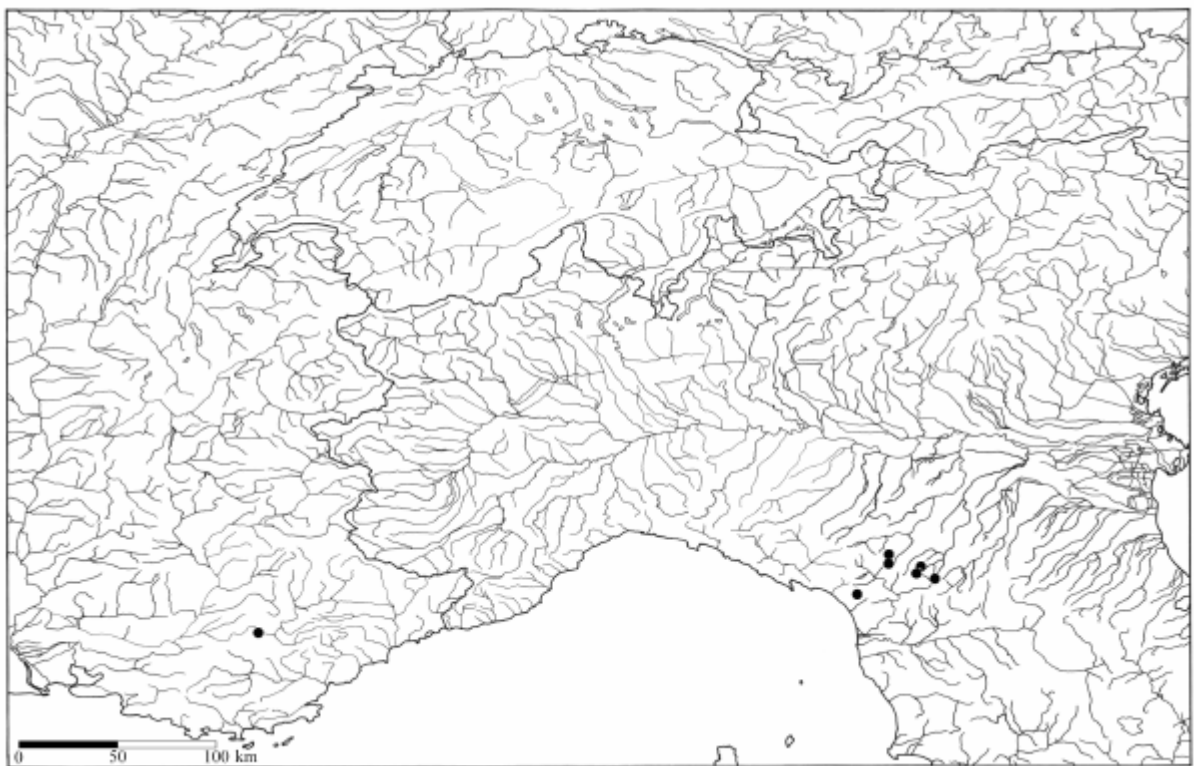


Abb. 26. Verbreitung von *Festuca ticinensis* subsp. *billyi* in den Alpen, den Apuanischen Alpen und dem Toskanischen Apennin.

Gesehene Belege:

Frankreich, Cantal: Puy Mary, Felsen, 1785 m, 2-VIII-2001, D. Korneck (Herb. Müller); **Haute-Loire:** Le Pradel, 650 m, 20-V-1994, A. Charpin 24237 (G); Mont Mézenc nw Les Estables, Felsen am Westgipfel, 1749 m, 4-VIII-2001, D. Korneck (Herb. Müller); **Puy-de-Dôme:** Le Mont-Dore, 1600 m, au Col de Courre, 1600 m, 4-VIII-1983, F. Billy (P 218409); Le Mont Dore, sommet de l'Aiguillier du Sancy, 28-VIII-1927, P. de Palezieux (G); Le Mont Dore, sommet de l'Aiguillier du Sancy, 20-VIII-1927, P. de Palezieux (G); Mont Dore au Pic Sancy, ca. 1800 m, 26-VIII-1907, A. St.-Yves (G); Mont-Dore, crêtes des rochers du Puy-Redon, 1755 m, 17-VII-1884, C. Ozanon & C. Magnier (G); Puy de Sancy südl. Mont-Dore, 1886 m, 1-VIII-2001, D. Korneck (Herb. Müller); **Var:** Grand Canyon du Verdon, 1,5 km W Aiguines, near Col Iloire view point, 1040 m, 8-VI-2000, P. Šmarda F1123 (Brno).

13.2 *Festuca laevigata* GAUDIN, Alpina 3 (1808): 60.

Typus: Switzerland; "Diese Art ist gemein auf den Alpen, wo sie in guter schwarzer Erde wächst; auf dem Lioson, auf Lavaraz, Surchamp usw.", *Gaudin*. Ein Neotypus wurde bisher nicht ausgewählt.

Synonyme: *F. curvula* GAUDIN, *Agrost. Helv.* 1 (1811): 239. *F. duriuscula* var. *curvula* (GAUDIN) MERT. & KOCH, *Röhlings Deutschl. Fl.* 1 (1823): 649. *F. ovina* var. *curvula* (GAUDIN) WAHLENB., *Fl. Suec.* 1 (1824): 64. *F. glauca* var. *curvula* (GAUDIN) SCHUR, *Enum. pl. transsilv.* (1866): 790. *F. ovina* f. *curvula* (GAUDIN) HACK., *Monogr. Fest. Eur.* (1882): 93. *F. sulcata* var. *curvula* (GAUDIN) CAMUS, *Catal. Pl. France* (1887): 305. *F. duriuscula* subvar. *curvula* (GAUDIN) ROUY, *Fl. France* 14 (1913): 213. *F. glauca* f. *curvula* (GAUDIN) PODPERA, *Práce Mor. Prír. Spol.* 2, 10 (1926): 147. *F. cinerea* var. *curvula* (GAUDIN) STOHR, *Wiss. Z. Univ. Halle, math.-nat. R.* 9 (1960): 401. *F. cinerea* var. *curvula* (GAUDIN) BREISTR., *Bull. Soc. Bot. France* 110, 89. Sess. Extraord. (1966): 75. *F. cinerea* subsp. *curvula* (GAUDIN) BELDIE, *Fl. Rep. Social. Roman.* 12 (1972): 534. *F. ovina* L. subsp. *curvula* (GAUDIN) O. BOLÒS & VIGO, *Fl. Països Catalans* 4 (2001): 353. *F. ovina* L. var. *curvula* (GAUDIN) O. BOLÒS & VIGO, *Fl. Països Catalans* 4 (2001): 353. Typus: Switzerland; "In M. Thoiry. Miserunt etiam vir ampliss. Hallerus et Schleicherus" (Holotypus: LAU).

F. ovina f. *macrophylla* ST.-YVES, *Annu. Cons. Jard. Bot. Genève* 17 (1913): 78. *F. ovina* subvar. *macrophylla* ST.-YVES, *Annu. Cons. Jard. Bot. Genève* 17 (1913): 78. *F. ovina* subvar. *macrophylla* (ST.-YVES) ST.-YVES, *Bull. Soc. Bot. France* 71 (1924): 34. *F. duriuscula* f. *saint-yvesii* KRAJINA, *Acta Bot. Bohem.* 9 (1930): 194. *F. cinerea* f. *macrophylla* (ST.-YVES) BREISTR., *Bull. Soc. Bot. France* 110, 89e Sess. Extr. (1961): 74. Typus: France; "Région montagneuse. - Val Pesio: entre Gias Orthigea et le Piss de Pesio, roc., calc., 1500 m., 30 VII 12 (herb. Wilc. et herb. St-Y.); val Cravina, roc., calc., 1050 m., 29 VII 12 (herb. Wilc. et herb. St-Y.). - Alpes de Tende: Rio Freddo soprano, talus, calc., 1000 m., 30 VI 11. Gesso d'Entraque: en aval de San Giacomo, roc., silice, 1100 m., 4 VII 09. Région alpine. - Alpes de St-Etienne de Tinée: la de Vens, pel., silice, 2000 et 2400 m., 13 VIII 10 (determ. Hack.: "var glauca subv. genuina). - Sources du Var: maison forestière du Garet et cabens de Sanguinière, roc. herb., grès, 2000 m., 28 VII 11".

F. glauca var. *crassifolia* GAUDIN, *Fl. Helv.* 1 (1828): 284. *F. duriuscula* var. *crassifolia* (GAUDIN) MUTEL, *Fl. Fr.* 4 (1837): 101. *F. ovina* subvar. *crassifolia* (GAUDIN) HACK., *Monogr. Fest. Eur.* (1882): 91. *F. duriuscula* subsp. *crassifolia* (GAUDIN) K. RICHT., *Pl. eur.* 1 (1890): 94. *F. ovina* var. *crassifolia* (GAUDIN) CHENEVARD, *Bull. Herb. Boiss.*, 2. Sér. 3 (1903): 449. *F. duriuscula* subvar. *crassifolia* (GAUDIN) KRAJINA, *Acta Bot. Bohem.* 9 (1930): 194. *F. cinerea* subvar. *crassifolia* (GAUDIN) BREISTR., *Bull. Soc. Bot. France* 110, 89e Sess. Extr. (1961): 74. *F. intermedia* var. *crassifolia* (GAUDIN) E. NYÁRÁDY & A. NYÁRÁDY, *Studii Cerc. Biol., Ser. Bot.* 16 (1964): 121. *F. cinerea* subsp. *crassifolia* (GAUDIN) STOHR, *Feddes Repert.* 88 (1977): 418. *F. curvula* subsp. *crassifolia* (GAUDIN) MARKGR.-DANN., *Bot. J. Linn. Soc.* 76 (1978): 328. *F. laevigata* subsp. *crassifolia* (GAUDIN) KERGUÉLEN & PLONKA, *Lejeunia, nouv. sér.* 142 (1993): 15. Typus: Switzerland; "in collibus circa Branson".

F. cagiriensis TIMB., *Bull. Soc. Hist. Nat. Toul.* 3 (1869): 128. *F. ovina* f. *cagiriensis* (TIMB.-LAGR.) HACK., *Monogr. Fest. Eur.* (1882): 92. *F. duriuscula* f. *cagiriensis* (TIMB.-LAGR.) K.

RICHT., Pl. eur. 1 (1890): 94. *F. duriuscula* subvar. *cagiriensis* (TIMB.-LAGR.) ROUY, Fl. France 14 (1913): 214. *F. cinerea* var. *cagiriensis* (TIMB.-LAGR.) BREISTR., Bull. Soc. Bot. France 110, 89e Sess. Extr. (1961): 78. *F. curvula* GAUDIN subsp. *cagiriensis* (TIMB.-LAGR.) MARKGR.-DANN., Bot. J. Linn. Soc. 76 (1978): 328. *F. ovina* L. var. *cagiriensis* (TIMB.-LAGR.) O. BOLÒS & VIGO, Fl. Països Catalans 4 (2001): 353. Typus: Sommet du Cagire jusqu'à la croix sur toute la crête extrême. Juin/1869/TIMBAL-LAGRAVE. (Lectotypus, aufgestellt von KERGUÉLEN & PLONKA, Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest, nouv. sér. 19 (1988): 21.)

Ausdauernde Kräuter, 20-60(-80) cm hoch, dicht horstförmig, ohne Ausläufer. Innovation intravaginal. Stängel grün bis blaugrün mit 1-2(-3) Knoten. Blattspreiten der Stängelblätter ähnlich denen der Grundblätter, conduplicat, bei extrem breitblättrigen Pflanzen zuweilen fast flach ausgebreitet. Blattscheiden der Grundblätter ein Fünftel bis halb geschlossen, meist zu einem Drittel geschlossen, häutig in der oberen Hälfte grün bis blaugrün, sonst blassgrün, weißlich oder rötlich, kahl oder meist in der oberen Hälfte rau bis ± lang behaart. Blattspreiten der Grundblätter aufrecht, borstenförmig, 7-40 cm lang, 0,7-1,4 mm im Durchmesser, abaxial kahl und glatt oder ± stark behaart und rau, oft bereift. Ränder der Blattspreiten mit kräftigen, oft gekrümmten Haaren. Abaxiale Blattepidermis mit Paaren aus Kork- und Kieselzellen zwischen Langzellen (70-220 x 22-28 µm) mit undulaten Wänden. Stomatakomplexe (35-)40-55(-60) µm lang. Grundblätter im Querschnitt U- oder V-förmig, mit 7-9(-13) Nerven, 3-5(-7) Rippen und 4(-6) Furchen, entweder 3 flachen, ± herablaufenden Sklerenchymsträngen (2 marginal, 1 zentral) oder mit zusätzlichen abaxialen Sklerenchymsträngen oder meist Sklerenchym einen fast geschlossenen oder geschlossenen Ring bildend. Bei geschlossenem Sklerenchymring marginale und zentrale Bereiche fast immer nur unwesentlich dicker als die übrigen Bereiche des Rings. Sklerenchymring häufig sehr stark ausgebildet (2-5 Zellschichten). Adaxiale Epidermis unterhalb der Furchen in der Regel mit Streifen bulliformer Zellen. Rispen 5-15 cm lang, während der Anthese 3,5-6 cm breit, ± locker, vor und nach der Anthese zusammengezogen, mit 10-30(-40) Ährchen. Rispenäste und Ährchenstiele rau, letztere 0,8-5(-7) mm lang. Ährchen lanzettlich, 4-6(-9)blütig, (7-)7,5-9,5(-10,2) mm lang (bis zur Spitze der 4. Deckspelze). Hüllspelzen grün bis blaugrün mit kurz gezähnten, breit hyalinen Rändern, auf der abaxialen Seite kahl bis zerstreut borstig in der distalen Hälfte. Untere Hüllspelze lanzettlich, 1nervig. Obere Hüllspelze elliptisch, 3nervig. Deckspelzen grün bis blaugrün, 5nervig, 5-6,5(-7) mm lang, apikal mit einer (1,5-)2-3,5(-4,3) mm langen, geraden Granne, abaxial kahl oder vollständig dicht behaart, Ränder kahl oder mit zahlreichen, langen Haaren. Vorspelze ± so lang wie die Deckspelze, Kiel in der unteren Hälfte rau, in der oberen Hälfte kurzhaarig. Antheren 2,8-4,3 mm lang. Pollenkörner 31-38 µm im Durchmesser. Chromosomenzahl: 2n=8x=56. Abbildungen: Abb. 27.

Verbreitung und Standort: *Festuca laevigata* ist in den Gebirgen Westeuropas verbreitet und reicht nach Osten innerhalb der Alpen bis in den Allgäu (PILS 1979) und die höheren Lagen der italienischen Provinzen Trento und Belluno. Im Westen der Alpen ist sie vom Département Isère bis in die Alpes Maritimes zu finden. Darüber hinaus besiedelt sie die höheren Lagen des Schweizer und Französischen Jura und noch weiter im Westen ein separates Areal in den Pyrenäen (Abb. 28). *Festuca laevigata* ist also disjunkt alpis-

pyrenäisch verbreitet. Im Gegensatz zu den Taxa der *Festuca valesiaca*-Gruppe hat *F. laevigata* seinen Verbreitungsschwerpunkt in der subalpinen Stufe der Gebirge und dringt von dort gelegentlich in tiefere Lagen vor (Wallis, Aosta-Tal). Die Sippe wächst meist auf Kalk, seltener auf Silikat, in Bergwiesen, subalpinen Rasen aber auch auf lockeren Rohböden, Steppenrasen und Felsen in Höhen zwischen 650 und 2650 m.

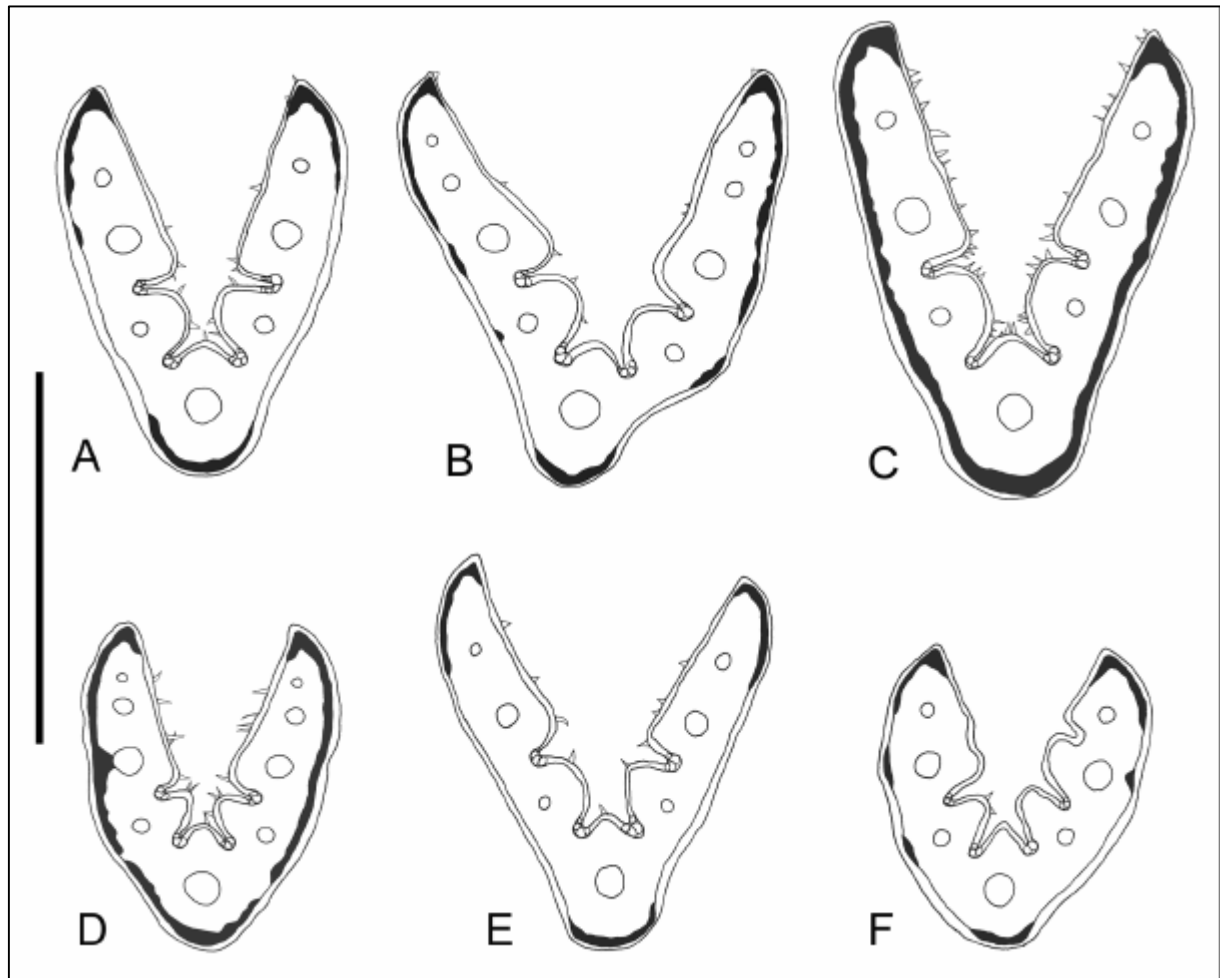


Abb. 27. Blattquerschnitte von *Festuca laevigata*. A-F repräsentieren verschiedene Populationen im Untersuchungsgebiet. A) Frankreich, Savoie, Aravis; B) Frankreich, Savoie, Aussois; C) Frankreich, Savoie, Bourg-St.-Maurice; D) Frankreich, Savoie, Bonneval; E) Schweiz, Vaud, Col de Portes; F) Italien, Prov. Aosta, St. Vincent. (Maßstab = 1 mm)

Variabilität und systematische Stellung: Die morphologische und anatomische Variabilität der hochpolyploiden *Festuca laevigata* ist sehr groß. Es sind in erster Linie die Behaarungsverhältnisse der Ährchen sowie die Verteilung des Sklerenchyms im Blattquerschnitt der Grundblätter, die sehr verschieden ausgeprägt sein können. Behaarte Ährchen korrelieren jedoch nicht mit behaarten Grundblättern, und beide Merkmale zeigen keine geographische Korrelation. Die Anordnung des Sklerenchyms kann bei Pflanzen innerhalb derselben Population und sogar bei Grundblättern derselben Pflanze unterschiedlich ausgebildet sein. Auch die Längen der Stomatakomplexe variieren zwischen verschiedenen Populationen sehr stark. In der Vergangenheit sind aufgrund dieser Merkmalsvielfalt verschiedene Taxa beschrieben worden (siehe Liste der Synonyme).

Festuca curvula, die von GAUDIN (1811) drei Jahre nach *F. laevigata* beschrieben wurde, war in der Vergangenheit das am häufigsten zitierte Synonym dieser Sippe. In der vorliegenden Arbeit werden nicht nur die beiden bisher geführten Unterarten (subsp. *laevigata* und subsp. *crassifolia*, siehe auch MARKGRAF-DANNENBERG 1980, PORTAL 1999, JORDAN & FARILLE 2000) als konspezifisch, sondern auch die *Festuca cagiriensis* als mit *F. laevigata* synonym betrachtet. Bei *Festuca cagiriensis* sollen die Grundblätter so lang wie der Halm sein und bei *Festuca laevigata* nur etwa halb so lang wie der Halm (MARKGRAF-DANNENBERG 1980, PORTAL 1999). Dieses Merkmal reicht nicht aus, um zwei Arten voneinander zu trennen. Schon innerhalb der hochpolyploiden *Festuca laevigata* sind die Blattlängen sehr variabel und betragen zwischen 7 cm auf trockenen Standorten und 40 cm auf frischem, nährstoffreicheren Untergrund in Bergwiesen. Auch HACKEL 1882 unterscheidet seine f. *cagiriensis* nur aufgrund der Wuchshöhe und der Blattdurchmesser und -längen. Zur Unterscheidung der subsp. *crassifolia* von subsp. *laevigata* verwenden verschiedene Autoren unterschiedliche Merkmale. Bei MARKGRAF-DANNENBERG (1980) hat die obere Hüllspelze der subsp. *crassifolia* einen rauen Rand. PORTAL (1999) trennt die beiden Unterarten anhand des Sklerenchyms. Die subsp. *crassifolia* soll ein dickes, meist geschlossenes Sklerenchym haben die subsp. *laevigata* ein dünnes und meist unterbrochenes. JORDAN & FARILLE (2000) trennen die subsp. *crassifolia* letztendlich aufgrund ihrer aufrechten, dickeren und apikal ± spitzen Blätter ab. Aufgrund dieser kontroversen Differentialmerkmale, die alle in die Variationsbreite der *Festuca laevigata* fallen, ist es sinnvoll die subsp. *crassifolia* einzuziehen.

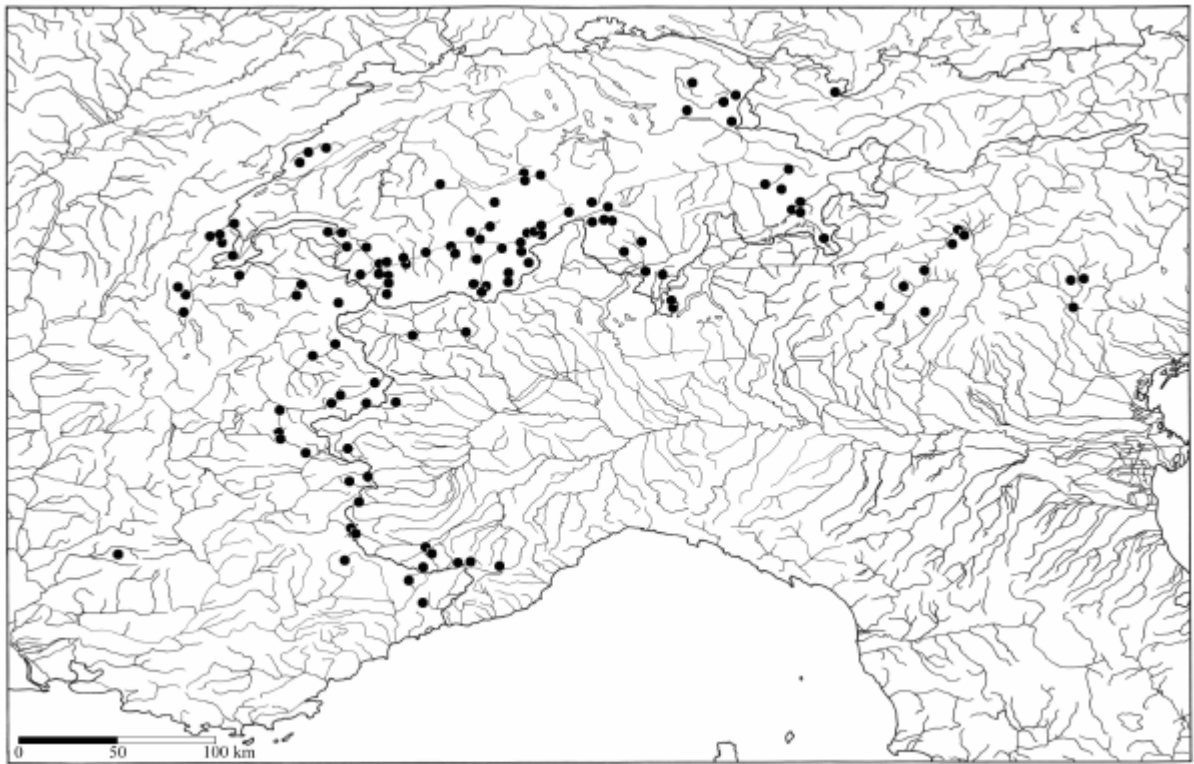


Abb. 28. Verbreitung von *Festuca laevigata* in den Alpen.

Verwechslungen von *Festuca laevigata* mit anderen Taxa können z.B. im östlichen Teil des Verbreitungsgebiets auftreten. So sind Populationen mit rauen Grundblättern schwer von solchen der oktaploiden *Festuca bauzanina* subsp. *rhaetica* oder der hexaploiden *F. stricta* subsp. *trachyphylla* zu unterscheiden, wenn diese unterbrochene oder geschlossene Sklerenchymringe besitzen. In der Regel haben alle drei Taxa sieben bis neun Nerven im Blattquerschnitt. Schwierig ist auch die Unterscheidung der raublättrigen Pflanzen von *Festuca laevigata* von der hexaploiden *F. ticinensis* subsp. *ticinensis*, da beide Sippen im Tessin teilweise nebeneinander vorkommen. Zur Trennung dieser beiden Sippen auf morphologischem Weg kann aufgrund großer Überlappungsbereiche oft nur die Länge der Spaltöffnungen, Deckspelzen und Antheren verwendet werden. Die Pflanzen der Population von *Festuca laevigata* im Aosta-Tal bei St. Vincent zeichnen sich durch etwas niedrigeren Wuchs und vor allem dicht und meist abstechend behaarte Grundblattscheiden aus. Diesen Merkmalsausprägungen wird jedoch kein systematischer Wert zugeschrieben, da *Festuca laevigata* innerhalb des gesamten Areals morphologisch sehr variabel ist.

Karyologisch überprüfte Belege:

Frankreich, Alpes-de-Haute-Provence: Col de Larche, 16-VII-1897, Vidal (G); Hänge am Col de Larche 12,5 km o Jausiers, 1940 m, 19-VI-2002, S. Arndt 994 (Herb. Arndt); **Hautes-Alpes:** Subalpiner Rasen 1,5 km nw Col du Lautaret, 2150 m, 21-VI-2002, S. Arndt 1006 (Herb. Arndt); Felshänge 1,5 km ono Col du Lautaret, 23,5 km nw Briançon, 2000 m, 21-VI-2002, S. Arndt 1003 (Herb. Arndt); **Savoie:** Hänge bei Termignon (Arc-Tal), 14 km no Modane, 1300 m, 21-VI-2002, S. Arndt 1001 (Herb. Arndt); Felsen am Col du Télégraph 4,5 km nno Valloire, 1560 m, 21-VI-2002, S. Arndt 1000 (Herb. Arndt); Hänge 1 km o Col des Aravis, 5 km so la Clusaz, 1400 m, 22-VI-2002, S. Arndt 1011 (Herb. Arndt); Trockenrasen w Villette, 3,5 km sw Aime, ca. 750 m, 13-VI-2001, S. Arndt 368 (Herb. Arndt); 7 km no Modane, Hänge an der D 83 no Aussois, ca. 1400 m, 15-VI-2001, S. Arndt 361 (Herb. Arndt); Felsen am Col de la Faucille, 5 km nw Gex, 1320 m, 22-VI-2002, S. Arndt 1013 (Herb. Arndt); Hänge n Bonneval 10 km so Val d'Isère, 1900 m, 10-VI-2004, S. Arndt 1526 (Herb. Arndt); Straße zum Cormet de Roselend 5,5 km n Bourg-St. Maurice, 1300 m, 10-VI-2004, S. Arndt 1527 (Herb. Arndt).

Schweiz, Valais: Le Catogne nw Orsières, sw slope of Le Bonhomme, ca. 2270 m, 26-VII-2000, J. Müller 8008 (Herb. Müller); S slope of Grand Chavelard n Fully, ca. 2000 m, 31-VII-2000, J. Müller 8133 (Herb. Müller);); Beside road Orsières-Liddes ca. 800 m ssw Chandonne, ca. 1300 m, 30-V-1999, J. Müller 6740 (Herb. Müller); Rocks between Orsières and Bourg-St.-Pierre, 30-VII-1994, J. Müller 532 (Herb. Müller); Val d'Entremont, 1,8 km so Liddes, 1400 m, 12-VI-2001, S. Arndt 374 (Herb. Arndt); Val d'Entremont, Strasse Orsières-Liddes, Fahrweg nach Fontaine-Dessus, 1270 m, 12-VI-2001, S. Arndt 377 (Herb. Arndt); **Vaud:** Col de Portes sw St.-Cergue, 1550-1600 m, 22-VIII-2001, J. Müller 8924 (Herb. Müller).

Italien, Prov. Aosta: Red cliffs at the se edge of St. Vincent, ca. 580 m, 1-VI-1999, J. Müller 8451 (Herb. Müller); Hill e Gressan, ca. 740 m, 31-V-1999, J. Müller 6802 (Herb. Müller); **Prov. Cuneo:** Auffahrt zum Col de Tende ca. 1,5 km oso Limonetto, 1400 m, 19-VI-2002, S. Arndt 1009 (Herb. Arndt); Hänge 1 km nw Argentera, ca. 3 km so Col de Larche, 1700 m, 19-VI-2002, S. Arndt 995 (Herb. Arndt); Bachbett gegenüber Zeltplatz Campeggio Valle Gesso nw Entracque, 900 m, 18-VI-2002, S. Arndt 1025 (Herb. Arndt).

Gesehene Belege:

Frankreich, Ain: Montagne de Plat Manu sur Hotonnes, 1000-1100 m, 12-VII-1926, J. Briquet 3969 (G); Crête rocheux en allant de Brenod au Mt. Samuel, 900 m, 4-VII-1926, J. Briquet 3712 (G); Grand Colombier, rocailles ou sommet, 1534 m, 22-VII-1923, J. Briquet 934 (G); Rochers de la forêt d'Arvieres, 900 m, 22-VII-1923, J. Briquet 837 (G); Colombier de Gex, 19-VII-1928, O. Meylan 610 (G); **Alpes-de-Haute-Provence:** Col de Larche, 16-VII-1897, Vidal (G); Hänge am Col de Larche 12,5 km o Jausiers, 1940 m, 19-VI-2002, S. Arndt 994 (Herb. Arndt); **Alpes Maritimes:** St. Martin-Vésubie, Tal des Boréon, 1500-1900 m, 4-VIII-1955, H. Merxmüller 5033 (M); Bains de Valdieri, 1300 m, 15-VII-1909, A. St.-Yves (P 218403); St. Martin Vésubie à la Girigia, 1200 m, 2-VII-1909, A. St.-Yves (P

218404); St. Etienne-de-Tinée Valon de Jallorgues à la Gorgia, 2000 m, 10-VIII-1909, A. St.-Yves (P 218405); Peira-Cava im Gebirge nördlich Nizza, 1500 m, 13-IX-1946, W. Lüdi (ZT); Col de Jalorgues 10 km WSW von St. Etienne-de-Tinée, 2520 m, 4-VIII-1990, W. Huber & M. Fotsch (ZT 12620); Nahe St. Etienne-de-Tinée, am Weg von St. Dalmas le Sauvage zum Col de Jalorgues, 2230 m, 4-VIII-1990, W. Huber & M. Fotsch (ZT 12605); **Hautes-Alpes**: Au-dessus de Fontgillarde-en-Queyras, vallée de l'Aigue-Agnelle, 2000 m, 14-VII-1972, B. de Retz 65520 (M); Chantemerle, en descendant de Serre Ratier sur Chantemerle, 1800 m, 23-VII-1980, B. de Retz 80418 (G, M); Chantemerle, le long de la route descendant du col du Granon sur Chantemerle, 1800 m, 25-VII-1980, B. de Retz 80457 (G, MSB); C^{ne}-de Lagrave, Chayelles, 11-VIII-1896, (P 218421); 2 km NO des Col du Lautaret, Le Clot Julien, 2150 m, 6-VIII-1990, W. Huber & M. Fotsch (ZT 12689); Am Weg von Le Casset zum Col d'Arsine ca. 15 km NW Briançon, 2130 m, 7-VIII-1990, W. Huber & M. Fotsch (ZT 12685); 2 km NO des Col du Lautaret, Le Clot Julien, 2360 m, 6-IX-1990, W. Huber & M. Fotsch (ZT 12708b); Queyras, Aufstieg von la Monta (Guil) zum Col Lacroix, ca. 2050 m, D. Korneck 11328 (Herb. Müller); Subalpiner Rasen 1,5 km nw Col du Lautaret, 2150 m, 21-VI-2002, S. Arndt 1006 (Herb. Arndt); Felshänge 1,5 km ono Col du Lautaret, 23,5 km nw Briançon, 2000 m, 21-VI-2002, S. Arndt 1003 (Herb. Arndt); **Haute-Savoie**: Aravis, Mt. Méry vers 2200 m, 19-IX-1902, G. Beauverd (G); Les Houches près du viaduc S^{te} Marie, 950-970 m, 17-VI-1982, A. Charpin 17165 (G); Petit Salève, 4-VI-1961, M. Mermoud (G 191146); Salève, 26-V-1960, M. Mermoud (G 191158); Dent d'Oche W Bernex, 2100 m, 10-IX-1980, Jordan 1776 (G); **Haute Garonne**: Sommet du Cagire, VII-1876, Bordère (M 33673); Sommet du Cagire, VIII-1874, Bord. (M 33672); Sommet du Cagire, VIII-1873, E. Timbal-Lagrave (M 33621); Sommet de Cagire, VII-1871, E. Timbal-Lagrave (P 218416); Toulouse, plant cultivée depuis 10 ans dans un jardin d'essai, VII-1874, E. Timbal-Lagrave (P 218417, ZT); Sommet de Cagire, VI-1869, E. Timbal-Lagrave (P 218419); Sommet du pic de Cagire, 29-VII-1874, E. Timbal-Lagrave (ZT); Sommet du Cagire, VIII-1877, E. Timbal-Lagrave (G); Sommet du Cagire, VIII-1870, Bord. (G); Sommet de Cagire, E. Timbal-Lagrave (G); **Hérault**: Langlade, près du Col de Bivous, Soulié (G); **Savoie**: Dans le paturage du Mont Vergy, VII-1848, E. Bourgeois (P 218399); Col du Mont-Cenis, 2000-2100 m, 8-VIII-1911, H. Hubert (P 00218397); Mont Cenis, 21-VIII-1891, Bouvier (P 218396); Hänge bei Termignon (Arc-Tal), 14 km no Modane, 1300 m, 21-VI-2002, S. Arndt 1001 (Herb. Arndt); Felsen am Col du Télégraph 4,5 km nno Valloire, 1560 m, 21-VI-2002, S. Arndt 1000 (Herb. Arndt); Hänge 1 km o Col des Aravis, 5 km so la Clusaz, 1400 m, 22-VI-2002, S. Arndt 1011 (Herb. Arndt); Trockenrasen w Villette, 3,5 km sw Aime, ca. 750 m, 13-VI-2001, S. Arndt 368 (Herb. Arndt); 7 km no Modane, Hänge an der D 83 no Aussois, ca. 1400 m, 15-VI-2001, S. Arndt 361 (Herb. Arndt); Hänge n Bonneval 10 km so Val d'Isère, 1900 m, 10-VI-2004, S. Arndt 1526 (Herb. Arndt); Straße zum Cormet de Roselend 5,5 km n Bourg-St. Maurice, 1300 m, 10-VI-2004, S. Arndt 1527 (Herb. Arndt); **Jura**: Haute Jura, la Roche Franche au dessus de Chalet de la Chaz, 1600 m, 9-VIII-1933, H. Romieux (G); Felsen am Col de la Faucille, 5 km nw Gex, 1320 m, 22-VI-2002, S. Arndt 1013 (Herb. Arndt); **Vaucluse**: Mont Ventoux, 4 km vor Passhöhe, 3-VII-1966, E. Berger (G, Gottschlich 41253).

Schweiz, Appenzell: Am Säntisersee, 1200 m, 14-VIII-1961, H. Merxmüller 5031, 5045a (M); Kleine Balm, Südseite Schäfli, Alpsteingebiet, 21-VIII-1960, 1880 m, H. Seiter (ZT); Brülisau, Westseite im oberen Teil des Brülstobels, 1280-1300 m, 11-IX-1976, H. Seiter (ZT); Inneres Säntisgebiet zwischen Fälensee und ?, südl. Häderenhütte, 1850-1900 m, 18-VIII-1964, H. Seiter (G 186494); Säntisgebiet, Südseite Schäfli, kleine Balm, 1880 m, 21-VIII-1960, H. Seiter (G 226054); **Bern**: 300 m N der Station Mürren, 1630 m, 23-VI-1940, E. Sulger (ZT); Ursiflüh, Hasliberg, 1220 m, 10-VIII-1951, W. Lüdi (ZT); Alpes bernoises, près du sommet de l'Ochsen, 2100 m, 17-VIII-1920, G. Kohler (G); Zünn se Brienz, ca. 960 m, 17-VII-2000, J. Müller 7715 (Jena); Lütschentälti-Oberberg s Brienz, 1850 m, 23-VII-2000, J. Müller 7896 (Herb. Müller); S slope of the Axalp horn sse Brienz, ca. 2000 m, 18-VII-2000, J. Müller 7775 (Herb. Müller); **Fribourg**: Kaiseregg, 16-VII-1831, Herb. E. Chevallier (G); **Genève**: Bois de Bay près Peney, 28-V-1920, H. Romieux (G); Peney, 14-VI-1859, D. Rapin (G); **Graubünden**: Crasta Mora, Albula, VII-1945, (Z); bei St. Moritz, 1800 m, 31-VII-1920, H. Jenny (ZT); Davos, Gegenüber Hotel Post, 25-VII-1906, G. Kummer (ZT); Ober-Engadin, ob St. Moritz, 1849, Heer (ZT); Schafberg bei Pontresina, 2250 m, Rübel & Braun (ZT); Lärchenwald ob Pontresina, 1900 m, 14-VI-1905, Braun (ZT); Wiesen Sursassa, Poschiavo, s.coll. (ZT); Schafberg bei Pontresina, 2150 m, Rübel & Braun (ZT); Bad Alvaneu, Mauer, 30-VIII-1974, W. Trepp (ZT 231); Poschiavo, zwischen Alpe Canciano und Cancianopass, 2100-2200 m, 31-VII-1962, H. Seiter (G 186444); Albulagebiet, Straßböschung zwischen Filisur und Bergün, 1100-1200 m, 18-VI-1969, H. Seiter (G 226173); **Neuchâtel**: Bahnlinie b. Fleurier, ca. 750 m, 29-V-1892, Wilczek (ZT); Pic du Creux du Van, 24-VI-1903, P. de Palézieux (G); **St. Gallen**: Speergruppe, 12-VII-1914, H. Hägi (Z); Alviergebiet, gegen Gärtblisegg bei „Bergli“, 2130 m, 26-VIII-1973, H. Seiter (ZT); Neutoggenburg, Züblisnase bei Dicken, 1040-1045 m, 12-V-1975, H. Seiter Fe. 445, 448 (ZT); Westl. Speer, Kleinwengi, 1400 m, 22-VIII-1982, H. Seiter (G 228884); Säntisgebiet, Ostseite Hoher Kasten, ca. 1700 m, V-1982, H. Seiter (G

230068); Alviergebiet-Churfürsten, kultiviert, 2000 m, V-1982, *H. Seiter* (G 230069); Churfürsten, Gamsrugg-Gipfelebene, 2000-2076 m, 30-VIII-1981, *H. Seiter* (G 206651); Amden, Mattstock, 1400-1800 m, 2-VII-1966, *H. Seiter* (G 165421); **Ticino**: Fusio, Abhänge unter der Meda links vom Campolungo-Pass, 2000-2350 m, 17-VIII-1895, *C. Correns* (M 33649); Abhänge über Corte, unter der Alp di Lasello, ca. 1900 m, 15-VIII-1895, *C. Correns* (M 33647); Kalkfelsen am Naret-Weg hinter Casone, ca. 1750 m, 10-VIII-1895, *C. Correns* (M 33645); Alpe Tom, ca. 2060 m, 19-VIII-1984, *P. Selldorf* (Z); Roncaiscio, ca. 900 m, 1983, *P. Selldorf* (Z); Sala Capriasca oberhalb Ciapei, 620 m, 9-V-1984, *P. Selldorf* (Z); Roggiana bei Vacallo, 440 m, 23-V-1984, *P. Selldorf* (Z); Roncapiano-Faidello, ca. 1060 m, 9-VI-1984, *P. Selldorf* (Z); Corengiole-Scudellate, ca. 1150 m, 7-VII-1984, *P. Selldorf* (Z); Scudellate, ca. 1200 m, 29-VI-1984, *P. Selldorf* (Z); Scudellate, ca. 950 m, 15-VI-1984, *P. Selldorf* (Z); Airolo, Stanga ob d. Dorf, ca. 689100/155020, 2020 m, 19-VIII-1975, *F. Grossmann* (ZT); Poncione del Pulpito, 2430-2615 m, 27-VII-1904, *I. Braun* (G); Arête du M. Ghiridone, 2150 m, 31-VII-1902, *P. Chenevard* (G); Pizzo Scaglie, val Verrasca, 1500 m, 6-VIII-1903, *M. Jaggli* (G); Valle Maggia, entre Maggia a Coglio, 20-V-1906, *P. Chenevard* (G); Val Lavizzara, Mogno, 21-VII-1902, *P. Chenevard* (G); Sasso negro, Val di Peccia, ca. 2300 m, 29-VII-1904, *I. Braun* (G); Crête entre Bobiei et le Lago Bianco, Val Bavona, ca. 2150 m, 3-VIII-1904, *I. Braun* (G); Sommet du Tamaro, vers 2000 m, 28-VII-1885, *L. Favrat* (G); **Uri**: Realp, ?, 14-VIII-1894, *C. Correns* (M 33644); Realp, Steinstaffel 4 km WSW Realp, 677900/160180, 1890 m, 3-VIII-1974, *F. Grossmann* (ZT); **Valais**: Saas Almagell et Saas Fee, 1750-1800 m, 10-VII-1988, *G. Van Buggenhout* (M 33668); Lange Fluh bei Saas Fee, 9-VIII-1950, *E. v. Unhold* (M 33661); Um den Mattmark-See, 9-VIII-1950, *E. v. Unhold* (M 33660); Offener Rasen auf der Gletscher-alpe oberhalb Saas Fee, 2130 m, 19-XI-1961, *B. Zollitsch* (M 33651, 33652); Saas, am Mattmarksee, 2100 m, 8-VIII-1950, *H. Merxmüller* 5029 (M); Hutegge, 5-VII-1897, *F.-O. Wolf* (M 33641); Saas-Grund, 5-VII-1897, *F.-O. Wolf* (M 33640, G-8834-104); Eu alpinus penninis, in glareosis aridis tecus viosus ad locus „Moey“ olidiusuducensus, 1630 m, 16-VII-1987, *F. Jacquemoud* 3591 (M); Isérables, 21-V-1890, *L. Favrat* (ZT); Visperterminen, Hobiél, Südhang bei Pt. 1478.8, 26-VII-1990, *E. Landolt* (ZT); Hohtenn beim Bahnhof, 3-VI-1981, *M. Gasser* (ZT); 1 km NW vom Hospiz des Simplonpasses, 2010-2030 m, 14-VII-1984, *W. Huber* (ZT); Le Bouillet ca. 1 km NE von Zinal, 1700-1900 m, 30-VI-1982, *M. Baltisberger & A. Leuchtmann* 82/634 (ZT); Lötschbergsüdrampe, E des Bahnhofs Hohtenn, 21-V-1980, *M. Baltisberger* 80/168 (ZT); Val d'Entremont, St. Pierre, 16-VII-1886, *L. Favrat* (Z); Ob Zermatt, gegen Schureigmatten, ca. 1750 m, 31-VII-1954, (ZT); Findelenglischer, rechte Seitenmoräne, ca. 2600 m, 14-VII-1939, *W. Koch* 39/332 (ZT); Ried im Lötschental, 22-VI-1936, *G. Kummer* (ZT); Folatenes ob Branson, *R. Kunz* (ZT); Grat des Grammont, 2100 m, 9-VII-1947, *H. R. Landolt* (ZT); Ob Zermatt, Winkelmatten, ca. 1750 m, 31-VII-1954, (ZT); Gorner am Weg, 18-VII-1939, *W. Koch* 39/401 (ZT); Sierre, 16-VII-1883, *L. Favrat* (ZT); Haute-Valais, sur Ulrichen, 20-VII-1884, *L. Favrat* (ZT); Portail de Fully, ca. 1700 m, 11-VII-1891, (ZT); Binn, Giehen-Imfeld, ca. 1500 m, 22-VIII-1951, *O. Hirschmann* (ZT); Sion au bord de la route, 20-VI-1861, *Reuter-Barbey* (G); St. Luc, Val d'Anniviers, 4-VII-1897, *P. Chenevard* (G); Col de Torrent, oberh. Alp Cotter, 2924 m, 11-VIII-1906, *K. Ronniger* (G); Saas Mattmark, 2220 m, 15-VII-1928, *A. St.-Yves* (G); Saint-Luc, en bord de route, 2100 m, 28-VI-1973, *W. Bellotte* (G 159806); Goppisberg, 1560 m, 14-IX-1979, *J.P. Theurillat* (G 251038); Grengiols, 1110 m, 8-IX-1979, *J.P. Theurillat* (G 251041); Grengiols, 936 m, 8-IX-1979, *J.P. Theurillat* (G 251046); Ried bei Mörel, Riederalp, 1800 m, 24-VII-1979, *J.P. Theurillat* (G 251042); Betten, 1800 m, 17-VIII-1979, *J.P. Theurillat* (G 251044); Fiesch, 1135 m, 4-IX-1979, *J.P. Theurillat* (G 251043); Betten, Baderwald, 1750 m, 17-VIII-1979, *J.P. Theurillat* (G 251045); Val d'Entremont, Région du Six Blanc, 2100-2150 m, 28-VII-1987, *F. Jacquemoud* 3612 (G); Val d'Entremont, 1630 m, 16-VII-1987, *F. Jacquemoud* 3591 (G); Zermatt, 1925 m, 19-VII-1984, *J.P. Theurillat* 4086 (G); Branson près de Martigny, 10-VI-1867, *E. Ayasse* (G-8834-131); Rochers d'Auessere Thurm, au dessus de Mattmark, 1-VIII-1880, *P. Chenevard* (G); Près le village de Simplon, 1-VIII-1888, *P. Chenevard* (G); Bois au dessus de Saas, 22-VII-1884, *P. Chenevard* (G); Vallon de Grund au Simplon, 6-VIII-1893, *P. Chenevard* (G); Près Finhaut, 1400-1500 m, 12-VIII-1919, *J. Briquet* (G); Zermatt, VII-1850, *J. Müller* (G); Isérables, 21-V-1890, *J. Briquet* (G); St. Luc, Val d'Anniviers, VII-1896, *F.-O. Wolf* (G); Finhaut, 1300 m, 9-VIII-1919, *J. Briquet* (G); Branson, 13-V-1888, *L. Favrat* (G); Finhaut, 1300 m, 5-VIII-1919, *J. Briquet* (G); rochers au Col de Torrent, 31-VII-1881, *P. Chenevard* (G); Simplon, sous Ganter, 9-VII-1891, *P. Chenevard* (G); Pointe de Bellevue sur Morgins, 2120 m, *J. Briquet* (G); Naters, Oberaletsch, ca. 1760 m, 14-VII-1987, *J.P. Theurillat* 5789 (G); Ardon, 2-VII-1947, *C. Weber* (G); Simplon, Wasenalp sur Béréal, 1800 m, 22-VII-1905, *H.A. Romieux* (G); En montant à la Dt. de Vallerette, 3-VII-1966, *M. Mermoud* (G 191153); Le Catogne nw Orsières, sw slope of Le Bonhomme, ca. 2270 m, 26-VII-2000, *J. Müller* 8008 (Herb. Müller); S slope of Grand Chavelard n Fully, ca. 2000 m, 31-VII-2000, *J. Müller* 8133 (Herb. Müller); Le Catogne nw Orsières, upper n slope of Le Bonhomme, ca. 2430 m, 26-VII-2000, *J. Müller* 8021 (Herb. Müller); Beside road Orsières-Liddes ca. 800 m ssw Chandonne, ca. 1300 m, 30-V-1999, *J. Müller* 6740 (Herb. Müller); Rocks between Orsières and Bourg-St.-Pierre, 30-VII-1994, *J. Müller* 532 (Herb. Müller); Val d'Entremont, 1,8 km so Liddes, 1400 m, 12-VI-2001, *S. Arndt* 374 (Herb. Arndt); Val d'Entremont, Strasse Orsières-

Liddes, Fahrweg nach Fontaine-Dessus, 1270 m, 12-VI-2001, *S. Arndt* 377 (Herb. Arndt); **Vaud**: La Dôle, 1678 m, 13-VII-1896, *Aubert* (ZT); La Dôle, 24-VI-1928, *O. Meylan* 410 (G); Mt. Jura à la Dôle, 30-VI-1867, *E. Ayasse* (G); La Dôle, 17-VI-1861, *D. Rapin* (G); Le Chasseron, 3-VII-1833, *Reuter-Barbey* (G); Col de Porte, 1559 m, 15-VIII-1970, 387 (G); Chateau d'Oex, 16-VII-1885, *L. Favrat* (G); Sommet de la Dôle, 18-VII-1861, *E. Chevalier* (G); Mt. Dôle, Jura, 18-VII-1861, *Mercier* (G); Pâturages à Jarernaz, alpes de Bex, 2000 m, 18-VII-1879, *Chenevard* (G); Col de Portes sw St.-Cergue, 1550-1600 m, 22-VIII-2001, *J. Müller* 8924 (Herb. Müller); **Waadt**: Armontsdessus, Geröll an der Palette, Abhang gegen den Lac de Rettau, ca. 1800 m, 19-VIII-1893, *C. Correns* (M 33648); An Felsen, Südbang der Tornettaz, ca. 2300 m, 14-VIII-1893, *C. Correns* (M 33646).

Österreich, Tirol: Allgäuer Alpen, Heiterberg, SW-Grat, 2090 m, 18-VIII-1985, *E. Dörr* (M 33677); Hirschberg bei Birau, 1750 m, 8625/2, 14-VII-1985, *E. Dörr* (M 33676); Unspitze, Gipfel, 8626/4, 9-VIII-1985, *E. Dörr* (M 33675); Mittagsfluh, 8625/4, 18-VI-1979, *E. Dörr* (M 33659); Mittagsfluh bei Au, 8625/4, 18-VI-1980, *E. Dörr* (M 33674); Hasenstrichweg an der Winterstaude, 8625/2, 10-VI-1976, *E. Dörr* (M 33657); Hohe Kirche, 8526/2, 29-VI-1980, *E. Dörr* (M 33655); **Vorarlberg**: s.loc., 2000 m, 2-VIII-1905, *G. Hook* (M 33658).

Italien, Prov. Aosta: Red cliffs at the se edge of St. Vincent, ca. 580 m, 1-VI-1999, *J. Müller* 8451 (Herb. Müller); Hill e Gressan, ca. 740 m, 31-V-1999, *J. Müller* 6802 (Herb. Müller); **Prov. Belluno**: Versante SW del M. Coppolo, tra il Lamonese e il Tesino, 9936/1, 1600 m, 23-VII-1994, *C. Lasen* (ROV); Alla Bocca di S. Giovanni, Monte Gazza, 9831/4, 1580 m, 15-VII-1997, *F. Prosser* (ROV); Subito a valle di Malga Campolaveggio a Nord di Mastellina, Val di Sole, 9631/3, 2050 m, 29-VIII-1997, *F. Prosser* (ROV); 1,3 km ENE Malga Nuova di Coredo sul crinale poco a NE di S. Barbara, 9633/3, 1710 m, 6-VIII-1994, *F. Prosser* (ROV); Vallone di Arera, Mondrone, 2000 m, 24-VII-1993, *C. Lasen* (ROV); Val Rendena: Val di S. Valentino 150 m ENE Malga Coel di Vigo, 9929/2, 1570 m, 24-VII-1994, *F. Prosser* (ROV); 1,3 km ENE Malga Nuova di Coredo sul crinale poco a NE di S. Barbara, 9633/3, 1710 m, 6-VIII-1994, *F. Prosser* (ROV); 800 m NNW Vermongoi lungo il sentiero per Valbona, Val Daone, 0029/1, 1250 m, 30-VIII-1995, *F. Prosser* (ROV); Alla base della rupe subito a S del Campigolet, 0032/2, 1780 m, 11-VII-1994, *F. Prosser* (ROV); Pendio a N di Passo Tremalzo, ca. 1500 m, 13-VII-1993, *F. Prosser* (ROV); Malga Tassullo, Val di Non, 9631/4, 2090 m, 26-VI-1993, *D. Orlandi* (ROV); **Prov. Bergamo**: Upper s slope of Pizzo Arera nw Clusone, ca. 2150 m, 7-VIII-2000, *J. Müller* 8267 (Herb. Müller); **Prov. Cuneo**: Valle Pesio, oberstes Salto-Tal, 1900-2000 m, 5-VIII-1972, *B. & W. Lippert* 11811, 11812, 11814 (G, M); Nordhang der Cma. de Becco östl. des Colle di Tenda, 2100 m, 6-VIII-1972, *B. & W. Lippert* 11977 (G, M); Alpi Marittime, Hänge am Col di Sampeire, 2280 m, 13-VIII-1980, *W. Lippert* 17383 (M); Alpi Cozie, Hänge südwestlich des Colle di Valante im obersten Valle Varaita, 2000 m, 13-VIII-1980, *W. Lippert* 17361 (M); Ligurische Alpen, Ormea, Osthang und Gipfel des Pizzo d'Ormea, 2100-2475 m, 25-VII-1951, *H. Merxmüller* 5028 (M); Ca. 20 km SW Cuneo S Entracque zwischen S. Giacomo und Col de Fenestre, ca. 300 m des Rif Dado Soria, 1730 m, *W. Huber & M. Fotsch* (ZT 12506); Argentera, 1900 m, 8-VII-1993, *A. Charpin* 23320 (G); Tende, 27-VII-1809, *A.-P. De Candolle* (G); Entre Chivrea, Refugio Valcaira, 1200-2010 m, *A. Charpin* 17463 (G); Bains de Valdieri, 1300 m, 15-VII-1909, *A. St.-Yves* (G); Col de Tende, 26-VI-1861, *E. Bourgeau*, (G); Vallone di Carnino bei Gola delle Chiusetta, ca. 1800 m, 6-VIII-1999, *D. Korneck* 11327 (Herb. Müller); Auffahrt zum Col de Tende ca. 1,5 km oso Limonetto, 1400 m, 19-VI-2002, *S. Arndt* 1009 (Herb. Arndt); Hänge 1 km nw Argentera, ca. 3 km so Col de Larche, 1700 m, 19-VI-2002, *S. Arndt* 995 (Herb. Arndt); Bachbett gegenüber Zeltplatz Campeggio Valle Gesso nw Entracque, 900 m, 18-VI-2002, *S. Arndt* 1025 (Herb. Arndt); **Prov. Torino**: Cottische Alpen, Sestriere, Grat des Mte. Sises, 2650 m, 5-VIII-1951, *H. Merxmüller* 5030 (M); Rupì aride tra Usseglio e Margone, 1340 m, 27-VI-1991, *C. Lasen* (ROV); **Prov. Trento**: Val dei Cavai ca. 2,5 km SE di Dimaro, Gruppo di Brenta, 9631/3, 1600 m, 14-VII-1996, *F. Prosser* (ROV); M. Grappa sul versante di Val Busetto, 1650 m 5-VII-1993, *C. Lasen* (ROV); Sentiero Malga Agnerola-Pavione, Vette di Feltre, 9836/4, 1700 m, 13-VIII-1996, *F. Prosser* (ROV); Vers. trentino del Passo Bruffione, 2150 m, 5-VIII-1995, *F. Martini* (ROV).

14 ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wird die Systematik der *Festuca valesiaca*- und der *F. laevigata*-Gruppe in den Westalpen untersucht und anhand von eigenen Aufsammlungen und Herbarbelegen ein Verbreitungsbild der einzelnen Taxa im Untersuchungsgebiet gegeben. Die Pflanzen wurden morphologisch, anatomisch und karyologisch (Durchflusszytometrie, Präparation der Wurzelspitzen) untersucht. Es wird eine systematische Gliederung innerhalb der Gruppen vorgenommen, die sich an das biologische Artkonzept anlehnt indem die Ploidiestufen als Arten ausgegliedert werden. Innerhalb der Arten werden anhand morphologischer und anatomischer Unterschiede Unterarten abgetrennt. Insgesamt wurden neun Taxa untersucht.

Für die *Festuca valesiaca*-Gruppe wurden im Untersuchungsgebiet sechs verschiedene Taxa nachgewiesen, die aufgrund ihrer Ploidiestufe vier verschiedenen Arten zugeordnet werden.

<i>Festuca valesiaca</i> subsp. <i>valesiaca</i>	$2n=2x=14$
<i>Festuca stricta</i> subsp. <i>sulcata</i>	$2n=6x=42$
<i>Festuca stricta</i> subsp. <i>trachyphylla</i>	$2n=6x=42$
<i>Festuca bauzanina</i> subsp. <i>bauzanina</i>	$2n=8x=56$
<i>Festuca bauzanina</i> subsp. <i>rhaetica</i>	$2n=8x=56$
<i>Festuca guinochetii</i>	$2n=10x=70$

Die Taxa der *Festuca valesiaca*-Gruppe besiedeln in den Alpen hauptsächlich die von West nach Ost verlaufenden Trockentäler. *F. valesiaca* ist innerhalb der Alpen weit verbreitet. Ein ähnliches Verbreitungsbild im Gesamtareal, aber in den Alpen nach Westen nur bis in den Kanton St. Gallen und die Provinz Lecco vorkommend, zeigt *Festuca stricta* subsp. *sulcata*. *Festuca stricta* subsp. *trachyphylla* scheint entgegen früherer Behauptungen in den Alpen autochthon zu sein. Die okto- und dekaploiden Sippen, wie *Festuca bauzanina* subsp. *bauzanina* und subsp. *rhaetica* sowie *F. guinochetii* sind ausschließlich in den Zentralalpen verbreitet.

In die *Festuca laevigata*-Gruppe werden innerhalb des Untersuchungsgebiets drei verschiedene Taxa gestellt, die entsprechend ihrer Ploidiestufen zwei Arten repräsentieren. Die beiden Unterarten der *Festuca gamisansii* kommen auf Korsika und Elba vor und stehen vermutlich in engem Zusammenhang mit der *F. laevigata*-Gruppe.

<i>Festuca ticinensis</i> subsp. <i>ticinensis</i>	$2n=6x=42$
<i>Festuca ticinensis</i> subsp. <i>billyi</i>	$2n=6x=42$
<i>Festuca laevigata</i>	$2n=8x=56$
<i>Festuca gamisansii</i> subsp. <i>gamisansii</i>	$2n=12x=84$ (70?)
<i>Festuca gamisansii</i> subsp. <i>aethaliae</i>	$2n=10x=70$

Während von *Festuca ticinensis* subsp. *billyi* bisher nur ein Nachweis aus den Alpen existiert, und die subsp. *ticinensis* lediglich ein kleines, zentralalpines Areal besiedelt, ist *F.*

laevigata im Untersuchungsgebiet weit verbreitet und erreicht in den Zentralalpen ihre Ostgrenze.

An zahlreichen Pflanzen verschiedener Taxa und Populationen wurde das Blühverhalten im Tagesverlauf untersucht. Zur Abgrenzung der Sippen können diese Untersuchungsergebnisse nicht herangezogen werden. Auffallend war das teilweise zweimalige Stäuben am Tag bei Pflanzen von *Festuca valesiaca* aus dem Wallis. Innerhalb von *Festuca laevigata* gibt es Populationen von Pflanzen, die ausschließlich morgens bzw. nachmittags bis abends blühen. Insgesamt ist die Variationsbreite im Tagesverlauf des Blühens bei *Festuca laevigata* sehr groß. Isolationsmechanismen und Artbildungsprozesse kann man daraus für die untersuchten Taxa nicht ableiten.

Sowohl bei der *Festuca valesiaca*-Gruppe als auch bei der *F. laevigata*-Gruppe handelt es sich um Polyploidkomplexe. Die Prozesse, die zur Entstehung und Differenzierung der Gruppen führten sind schwer zurück zu verfolgen. In der Evolution der beiden Gruppen spielen Autopolyploidie und Allopolyploidie eine wichtige Rolle. Intraspezifische und interspezifische Hybridisierung innerhalb der Gruppen sowie zwischen einzelnen Taxa beider Gruppen wird angenommen, ist jedoch schwer nachzuweisen. Hierfür reichen morphologische, anatomische und karyologische Untersuchungen nicht aus.

Ein Bestimmungsschlüssel enthält alle neun Taxa der beiden bearbeiteten Gruppen mit ihren im Untersuchungsgebiet auftretenden morphologischen und anatomischen Differentialmerkmalen und ihren Chromosomenzahlen.

Neben der Umkombination dreier Taxa (*Festuca bauzanina*, *F. guinochetii*, *F. ticinensis* subsp. *billyi*) wird mit *F. bauzanina* subsp. *rhaetica* eine neue oktoploide Unterart aus den Zentralalpen beschrieben, die sich durch ihren Blattquerschnitt von der typischen Unterart unterscheidet. *Festuca brevipila* und *F. ovina* subvar. *sulcatiformis* sind mit *F. stricta* subsp. *trachyphylla* synonym; ebenso *F. carnuntina* mit *F. stricta* subsp. *sulcata*. *Festuca bauzanina* und *F. guinochetii* werden aufgrund ihrer Ploidiestufen auf Artebene gehoben. Innerhalb der *Festuca laevigata* wird eine subsp. *crassifolia* nicht mehr abgetrennt. Die aus den Pyrenäen erwähnte *Festuca cagiriensis* ist konspezifisch mit *F. laevigata*. Auf hexaploider Stufe werden *Festuca ticinensis* subsp. *ticinensis* und subsp. *billyi* (früher *F. billyi*) in die *F. laevigata*-Gruppe gestellt.

LITERATUR

- Alexeev, E. B.** (1972): *Festuca macutrensis* Zapal. - nový vid dlja srednerusskoj flory. (K voprosu o proischoždenii *F. makutrensis* i *F. trachyphylla* (Hack.) Krajina). Bjul. Mosk. O-va Ispyt. Prir. Otd. Biol. **77** (3): 142-147.
- (1973): Ovsjanicy gruppy Intravaginales Hack. cekcii *Festuca* (*ovinae* FR.) na Kavkaze. Bjul. Mosk. O-va Ispyt. Prir. Otd. Biol. **78** (3): 94-110.
- (1975): Uzkolistnye ovsjanicy (*Festuca* L.) evropejskoj casti SSSR. Nov. Syst. Pl. Vasc. **12**: 11-43.
- (1977): Rod ovsjanica (*Festuca* L.) v Mongolskoj Narodnoj Respublike. Nov. Syst. Pl. Vasc. **14**: 14-40.
- (1978): K sistematike Aziatskich ovsjanic (*Festuca*). 2. Podrod *Festuca*. Bjul. Mosk. O-va Ispyt. Prir. Otd. Biol. **83** (4): 109-122.
- (1978): Rod ovsjanica (*Festuca* L.) v srednej Azii. Novosti Sist. Vysš. Rast. **15**: 23-68.
- (1979): Rod ovsjanica (*Festuca* L.) flory Irana i sopredel'nych territorij. Nov. Syst. Pl. Vasc. **16**: 7-35.
- (1980): Rod ovsjanica (*Festuca* L.) v Pakistane, Indii, Nepale i Birme. Nov. Syst. Pl. Vasc. **17**: 10-42.
- (1981): Rod ovsjanica (*Festuca* L., Poaceae) v Zapadnoj Sibiri. Nov. Syst. Pl. Vasc. **18**: 59-85.
- (1983): Rod ovsjanica (*Festuca* L., Poaceae) v Vostocnoj Sibiri. Nov. Syst. Pl. Vasc. **20**: 22-66.
- Alexeev, E. B., Sokolovskaja, A. P. & Probatova, N. S.** (1987): Taksonomija, rasprostanenie i cisla chromosom ovsjanic (*Festuca* L., Poaceae) flory SSSR. 2. Sekcija *Festuca*: *F. djimilensis* - *F. lenensis*. Bjul. Mosk. O-va Ispyt. Prir. Otd. Biol. **92** (5): 122-132.
- (1988): Taksonomija, rasprostranenie i cisla chromosom ovsjanic (*Festuca* L., Poaceae) flory SSSR. 3. Sekcija *Festuca*: *F. tschujensis* - *F. beckeri*. Bjul. Mosk. O-va Ispyt. Prir. Otd. Biol. **93** (2): 90-99.
- (1990): Taksonomija, rasprostranenie i cisla chromosom ovsjanic (*Festuca* L., Poaceae) flory SSSR. 4. Sekcija *Festuca*: *F. ovina* - *F. filiformis*. Bjul. Mosk. O-va Ispyt. Prir. Otd. Biol. **95** (4): 71-78.
- Auquier, P.** (1977): Biologie de la reproduction dans le genre *Festuca* L. (Poaceae) 1. Système de pollinisation. Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique **110**: 129-150.
- Bailey, J. P. & Stace, C. A.** (1992): Chromosome banding and pairing behaviour in *Festuca* and *Vulpia* (Poaceae, Pooideae). Plant Syst. Evol. **182**: 21-28.
- Bidault, M.** (1964): Étude expérimentale de quelques populations de *Festuca* du groupe *ovina* et ses conséquences taxinomiques. Bull. Soc. Bot. France **110** („1963“): 372-380.
- (1964): Quelques problèmes liés au *Festuca glauca* Lam. (Communication scientifiques Botanique). Bull. Sci. Bourgogne **22**: 227.
- (1965): Étude biosystématique du *Festuca ovina* L. subsp. *eu-ovina* Hack. var. *glauca* Hack. subvar. *macrophylla* St-Yves. Bull. Soc. Bot. France **112**: 239-251.

- (1965): Relations entre la ployploidie, le longueurs des cellules épidermiques et le diamètre des grains de pollen chez quelques types de *Festuca ovina* L. s.l. Bull. Soc. Bot. France **111**: 111-119.
- (1966): Remarques sur les *Festuca ovina* L. var. *duriuscula* et var. *glauca* des Alpes-Maritimes. Bull. Soc. Bot. France **113**: 173-183.
- (1966): Remarques sur quelques *Festuca* gr. *ovina* L. s.l. du Briançonnais. Bull. Soc. Bot. France **113**: 46-60.
- (1967): Étude biosystématique de quelques formes critiques de *Festuca ovina* L. subsp. *sulcata* Hack. Bull. Soc. Bot. France **114**: 47-58.
- (1972): A propos de la systématique des *Festuca* du groupe *ovina* L. s.l. de France. Ann. Sci. Univ. Besançon **12** (3ème série): 119-123.
- Bidault, M. & Monin, J.** (1969): Essai de caractérisation biochimique de quelques taxons infraspécifiques de *Festuca ovina* L. s.l. par leurs composés phénoliques. C. R. Séances Soc. Biol. **163**: 80-83.
- Blanc, G. & Wolfe, K. H.** (2004): Widespread paleopolyploidy in model plant species inferred from age distributions of duplicate genes. The Plant Cell **16**: 1667-1678.
- Braun-Blanquet, J.** (1961): Die inneralpine Trockenvegetation - von der Provence bis zur Steiermark. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Conert, H. J.** (1998): *Festuca* L. In: Gustav Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa **I**, **3**: 530-633. Parey Buchverlag, Berlin.
- Cracraft, J.** (1989): Speciation and its ontology: The empirical consequences of alternative species concepts for understanding patterns and processes of differentiation. Sinauer, Sunderland.
- Cvelev, N. N.** (1971): K sistematike i filogenii ovsjanic (*Festuca* L.) flory SSSR. I. Sistema roda i osnovnye napravlenija evoljucii. Bot. Žurn. **56** (9): 1252-1262.
- (1972): K sistematike i filogenii ovsjanic (*Festuca* L.) flory SSSR. II. Evoljucia podroda *Festuca*. Bot. Žurn. **57** (2): 161-172.
- (1972): Rod ovsjanica (*Festuca* L.) v SSSR. Nov. Syst. Pl. Vasc. **9**: 15-46.
- (1976): Zlaki SSSR. Nauka, St. Petersburg.
- Dalla Torre, K. W. v. & Sarnthein, L. G. v.** (1906): Flora der Gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthum Liechtenstein, Innsbruck.
- Dawe, J. C.** (1989): Sectional survey of Giemsa C-banded karyotypes in *Festuca* L. (Poaceae: Festuceae): Systematic and evolutionary implications (Dissertation). Formal- und Naturwissenschaftliche Fakultät. Wien, Universität Wien: 198 S.
- Ehrenbergerova, K.** (1998): *Festuca ovina* agg. v Ceske Republice. Taxonomicka studie. Diplomarbeit. Katedra Botaniky, Masarykova Univerzita, Přírodovedecká fakulta Brno, Česká Republika.
- Ehrendorfer, F.** (1949): Zur Phylogenie der Gattung *Galium*, I. Polyploidie und geographisch-ökologische Einheiten in der Gruppe des *Galium pumilum* Murray (Sekt. *Leptogalium* Lange sensu Rony) im österreichischen Alpenraum. Österr. Bot. Ztschr. **96**: 109-138.
- ? (1964): Cytologie, Taxonomie und Evolution bei Samenpflanzen. Vistas in Botany **4**: 99-186.

- Foggi, B. & Rossi, G.** (1996): A survey of the genus *Festuca* L. (Poaceae) in Italy. I. The species of the summit flora in the Tuscan-Emilian Apennines and Apuan Alps. *Willdenowia* **26**: 183-215.
- Frohne, D. & Jensen, U.** (1998): Systematik des Pflanzenreiches. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbh, Stuttgart.
- Fuente García, V. d. I. & Ortúñez Rubio, E.** (1998): Biosistemática de la sección *Festuca* del género *Festuca* L. (Poaceae) en la Península Ibérica. Universidad Autónoma de Madrid.
- Gaudin, J.** (1808): Agrostographia alpina, oder Beschreibung schweizerischer Gräser, welche meistens auf den Alpen, und auf der Gebirgskette des Jura wachsen. I. Aechte Gräser. *Alpina* **3**: 1-75.
- (1811): Agrostologia helvetica, definitionem descriptionemque graminum et plantarum eis affinium in Helvetia sponte nascentium complectens. Tomus primus. J. J. Paschoud, Paris, Geneva. *Festuca*.
- (1811): Agrostologia helvetica, definitionem descriptionemque graminum et plantarum eis affinium in Helvetia sponte nascentium complectens. Tomus secundus. J. J. Paschoud, Paris, Geneva. *Festuca*.
- Grant, V.** (1971): Plant speciation. 304 S. Columbia University Press, New York, London.
- Hackel, E.** (1882): Monographia Festucarum europaeorum. 216 S. Kassel und Berlin.
- Horánszky, A.** (1954): Die Kenntnis der *Festuca*-Arten auf Grund der Blattepidermis. *Acta Botanica* **1** (1-2): 61-73.
- Host, N. T.** (1802): Icones et descriptiones graminum austriacorum. M. A. Schmidt, Wien.
- Jalas, J.** (1950): *Festuca ovina* ssp. *capillata* (Lam.) Sch. & K. ja *Festuca trachyphylla* (Hack.) Krajina Suomessa. *Mem. Soc. Fauna Fl. Fenn.* **27**: 10-12.
- Jordan, D. & Farille, M. A.** (2000): Revision du genre *Festuca* L. en Haute-Savoie (France - Region Rhône-Alpes). In: F. d. S. (Hrsg.): *Le Monde des Plantes* 468: 1-8. Toulouse.
- Kerguélen, M.** (1987): Données taxonomiques, nomenclaturales et chorologiques pour une révision de la flore de France. *Lejeunia*, nouv. sér. **120**: 1-263.
- Kerguélen, M. & Plonka, F.** (1988): Le genre *Festuca* dans la flore française. Taxons nouveaux, observations nomenclaturales et taxonomiques. *Bull. Soc. Bot. Centre-Quest*, nouv. sér. **19**: 15-30.
- (1989): Les *Festuca* de la flore de France (Corse comprise). *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, nouv. sér., num. spéc. **10**: 1-368.
- (1991): Une nouvelle espece de *Festuca* du Massif Central (France: Cantal, Puy-de-Dôme). *Bull. Soc. Échange Pl. Vasc. Eur. Occid. Bass. Médit.* **23**: 87-89.
- Kerguélen, M., Plonka, F. & Chas, É.** (1993): Nouvelle Contribution aux *Festuca* (Poaceae) de France. *Lejeunia*, nouv. sér. **142**: 1-42.
- Levitskij, G. A. & Kuz'mina, N. E.** (1927): Kariologiceskij metod v sistematike i filogenetike roda *Festuca* (podr. *Eu-Festuca*). *Trudy Prikl. Bot. Genet. i Celekcii* **27** (3): 3-36.
- Litardière, M. R. d.** (1922): Notes sur queques *Festuca* des Alpes de Cévennes et des Pyrénées. *Bull. Soc. Bot. France* **69**: 179-183.
- (1937): Nouvelles contributions à l'étude de la flore de la Corse. *Candollea* **7**: 229-241.
- (1945): Contribution a l'étude du genre *Festuca*. *Candollea* **10**: 103-146.

- (1947): *Festuca* nouveaux ou rares de France et d'Espagne, principalement des Pyrénées. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse **82**: 110-122.
- Markgraf-Dannenberg, I.** (1938): Über einige kritische *Festuca ovina*-Formen in der nordöstlichen Schweiz. Ber. Geobot. Forschungsinst. Rübel **1937**:51-63. (Verfasst als Dannenberg, I.)
- ? ?** (1950): Die Gattung *Festuca* in den Bayerischen Alpen. Ber. Bayr. Bot. Ges. **28**: 195-211.
- (1976): *Festuca ovina* L. subsp. *ticinensis* I. Markgraf-Dannenberg n. subsp. [Meyer, M.: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen an insubrischen Trockenrasen karbonathaltiger Standorte.] Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel **56**: 62-63.
- (1978): New taxa and names in European *Festuca* (Gramineae). In: Heywood, V. H. (Hrsg.): Flora Europaea. Notulae Systematicae ad Floram Europaeam spectantes 20. Bot. J. Lin. Soc. **76** (4): 322-328.
- (1980): *Festuca* L. S. 125-153 in: Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M. & Webb, D. A. (Hrsg.): Flora Europaea. Cambridge. 5.
- (1981): *Festuca*-Probleme in ökologisch-soziologischem Zusammenhang. In: Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (Hrsg.): Nachheft zum Bericht über die internationale Fachtagung „Bedeutung der Pflanzensoziologie für eine standortgemäße und umweltgerechte Land- und Almwirtschaft“ („1979“): 337-386. Gumpenstein.
- (1985): *Festuca* L. In: Davis, P. H. (Hrsg.): Flora of Turkey and the East Aegean Islands **9**: 400-442. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Markgraf-Dannenberg, I. & Stüssi, B.** (1964): *Festuca ovina* var. *fuornensis* Markgr.-Dann. & B. Stüssi, nov. var. In: Zoller, H. (1964): Flora des Schweizerischen Nationalparks und seiner Umgebung. – Ergebnisse der Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark IX. P. Attinger, Neuchâtel.
- Melzer, H.** (1958): Floristisches aus Niederösterreich und dem Burgenland, II. Verh. Zool.-Bot. Ges. **97**: 147-151.
- Mertens, F. C. & Koch, W. D. J.** (1823): J. C. Röhlings Deutschlands Flora. Erster Band. F. Wilmans, Frankfurt.
- Morgan, W. G., King, I. P., Koch, S., Harper, J. A. & Thomas, H. M.** (2001): Introgression of chromosomes of *Festuca arundinacea* var. *glaucescens* into *Lolium multiflorum* revealed by genomic in situ hybridisation (GISH). Theoretical and Applied Genetics **103** (5): 696-701.
- Patzke, E.** (1960): Die Sippen der *Festuca ovina* L. im nördlichen Rheingebiet. Decheniana **113**: 275-283.
- (1961): Vorschlag zur Gliederung der *Festuca ovina* L.-Gruppe in Mitteleuropa. Österr. Bot. Z. **108**: 505-507.
- (1968): Zur Kenntnis der Sammelart *Festuca ovina* L. im südlichen Niedersachsen. Gött. Flor. Rundbr. **2** (4): 14-17.
- (2000): Anmerkungen zur Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Decheniana **153**: 69-74.

- Patzke, E. & Brown, G.** (1990): *Festuca aquisgranensis* sp. nova, ein neuer Vertreter der Kollektivart *Festuca ovina* L. (Poaceae). Decheniana **143**: 194-195.
- Patzke, E. & Loos, G. H.** (2000): *Festuca* L. In: Haeupler, H. & Muer, T. (Hrsg.): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands: 660-667. E. Ulmer, Stuttgart.
- Petrova, O. A.** (1965): Poliploidia u ovcjanicy *Festuca sulcata* Hack. v cvjazi s razlicijami uclovij proizractanija. Bot. Žurn. **50** (7): 1004-1008.
- Pils, G.** (1979): *Festuca curvula* (Poaceae) - neu für Österreich. Plant Syst. Evol. **132**: 239-243.
- (1980): Beiträge zur Karyologie, Verbreitung und Systematik der Gattung *Festuca* in den Ostalpenländern (Dissertation). Formal- und Naturwissenschaftliche Fakultät Universität Wien.
- (1984): Systematik, Karyologie und Verbreitung der *Festuca-valesiaca*-Gruppe (Poaceae) in Österreich und Südtirol. Phyt. **24** (1): 35-77.
- Ponomarev, A. N. & Rusakova, M. B.** (1968): Sutocnaja ritmika opylenija i vidoobrazovanije u zlakov. Bot. Žurn. **53** (10): 1371-1383.
- Portal, R.** (1999): *Festuca* de France. Author, Vals-près-Le Puy.
- Probatova, N. S. & Sokolovskaja, A. P.** (1980): K kariotaksonomiceskomu uzoceniju zlakov gornogo Altaja. Bot. Žurn. **65**: 509-520.
- Saint-Yves, A.** (1909): Notes critiques sur quelques *Festuca* nouveaux pour les Alpes-Maritimes. Bull. Soc. Bot. France **56**: 111-123.
- (1913): Le *Festuca* de la section *eu-Festuca* et leurs variations dans les Alpes-Maritimes. Ann. Cons. Jard. Bot. Genève **17**: 1-218.
- (1922): Les *Festuca* (subg. *Eu-Festuca*) de l'Afrique du nord et des îles atlantiques. Candollea **1**: 3-63.
- (1928): Contribution a l'étude des *Festuca* (subg. *Eu-Festuca*) de l'Orient, Asie et région méditerranéenne voisine. Candollea **3**: 321-466.
- Signorini, M. A. & Foggi, B.** (1998): A survey of the genus *Festuca* L. (Poaceae) in Italy. *Festuca gamisansii* Kerguelen subsp. *aethaliae*, subsp. nova. Plant Biosystems **132** (2): 105-112.
- Simon, T.** (1964): Entdeckung und Zönologie der *Festuca dalmatica* (Hack.) Richt. in Ungarn und ihr statistischer Vergleich mit ssp. *pseudodalmatica* (Krajina) Soó. Ann. Univ. Budapest, sect. Biol., Bot. **7**: 143-158.
- Šmarda, P. & Koci, K.** (2003): Chromosome number variability in Central European members of the *Festuca ovina* and *F. pallens* groups (sect. *Festuca*). Fol. Geobot. Phyt. **38**: 65-95.
- Šmarda, P., Müller, J., Vrána, J. & Koci, K.** (im Druck): Ploidy level variability of some Central European fescues (*Festuca* subg. *Festuca* L., Poaceae). Fol. Geobot. Phyt.
- Soó, R.** (1955): *Festuca* Studien. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. **2**: 187-220.
- (1973): Zeitgemäße Taxonomie der *Festuca ovina*-Gruppe. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. **18** (3/4): 363-377.
- (1977): Systematisch-nomenklatorische Bemerkungen über kritische Taxa der mitteleuropäischen Flora. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. **23** (3/4): 375-392.
- Strid, A. & Franzén, R.** (1981) in Löve, Á. (Hrsg.): Chromosome number reports LXXIII. Taxon **30**: 829-842.

- Thomas, H. M., Morgan, W. G., Meredith, M. R., Humphreys, M. W., Thomas, H. & Leggett, J. M.** (1994): Identification of parental and recombined chromosomes in hybrid derivatives of *Lolium multiflorum* x *Festuca pratensis* by genomic in situ hybridization. Theor. Appl. Genet. **88**: 909-913.
- Tracey, R.** (1977): Drei neue Arten des *Festuca ovina*-Formenkreises (Poaceae) aus dem Osten Österreichs. Plant Syst. Evol. **128**: 287-292.
- (1978): *Festuca ovina* agg. im Osten Österreichs - Bestimmungsschlüssel und kritische Bemerkungen zur Verbreitung und Abgrenzung. Not. Flora Steierm. **4**: 7-22.
- (1980): Beiträge zur Karyologie, Verbreitung und Systematik des *Festuca ovina*-Formenkreises im Osten Österreichs (Dissertation). Formal-Naturwissenschaftliche Fakultät Universität Wien.
- Tveretinova, V. V.** (1977): Rod *Festuca* L. In: Zlaki Ukrainy. Kiew.
- Velcev, V. & Vassilev, P.** (2002): New species of genus *Festuca* L. from Bulgaria. Phytologia Balcanica **8** (2): 185-190.
- Wilkinson, M. J. & Stace, C. A.** (1987): Typification and status of the mysterious *Festuca guestfalica* Boenn. ex Reichb. Watsonia **16**: 303-309.
- (1988): The taxonomic relationships and typification of *Festuca brevipila* Tracey and *F. lemanii* Bastard (Poaceae). Watsonia **17**: 289-299.
- Wolfe, K. H.** (2001): Yesterday's polyploids and the mystery of diploidization. Nature Reviews Genetics **2**: 333-341.

Abb. 1 Untersuchungsgebiet	3
Abb. 2 Diagramme der Durchflußzytometrie.....	8
Abb. 3 Übergangsbereich Blattscheide/ Blattspreite eines Grundblattes	17
Abb. 4 Wachsauflagerungen der abaxialen Blattepidermis.....	18
Abb. 5 Ährchen von <i>Festuca ticinensis</i> subsp. <i>ticinensis</i>	23
Abb. 6 Tageszeitliches Blühen einzelner Taxa der <i>Festuca valesiaca</i> -Gruppe	27
Abb. 7 Tageszeitliches Blühen verschiedener Populationen von <i>Festuca valesiaca</i>	27
Abb. 8 Tageszeitliches Blühen einzelner Taxa der <i>Festuca laevigata</i> -Gruppe	28
Abb. 9 Tageszeitliches Blühen verschiedener Populationen von <i>Festuca laevigata</i>	28
Abb. 10 Blattquerschnitte von <i>Festuca valesiaca</i>	35
Abb. 11 Verbreitung von <i>Festuca valesiaca</i> in den Westalpen	36
Abb. 12 Blattquerschnitte von <i>Festuca chasii</i>	37
Abb. 13 Blattquerschnitte von <i>Festuca stricta</i> subsp. <i>sulcata</i>	41
Abb. 14 Verbreitung von <i>Festuca stricta</i> subsp. <i>sulcata</i> in den Westalpen	42
Abb. 15 Blattquerschnitte von <i>Festuca stricta</i> subsp. <i>trachyphylla</i>	45
Abb. 16 Verbreitung von <i>Festuca stricta</i> subsp. <i>trachyphylla</i> in den Westalpen	46
Abb. 17 Blattquerschnitte von <i>Festuca bauzanina</i> subsp. <i>bauzanina</i>	50
Abb. 18 Verbreitung von <i>Festuca bauzanina</i> subsp. <i>bauzanina</i> in den Alpen.....	51
Abb. 19 Blattquerschnitte von <i>Festuca bauzanina</i> subsp. <i>rhaetica</i>	52
Abb. 20 Verbreitung von <i>Festuca bauzanina</i> subsp. <i>rhaetica</i> in den Alpen	53
Abb. 21 Blattquerschnitte von <i>Festuca guinochetii</i>	55
Abb. 22 Verbreitung von <i>Festuca guinochetii</i> in den Alpen.....	56
Abb. 23 Blattquerschnitte von <i>Festuca ticinensis</i> subsp. <i>ticinensis</i>	59
Abb. 24 Verbreitung von <i>Festuca ticinensis</i> subsp. <i>ticinensis</i> in den Alpen	60
Abb. 25 Blattquerschnitte von <i>Festuca ticinensis</i> subsp. <i>billyi</i>	61
Abb. 26 Verbreitung von <i>Festuca ticinensis</i> subsp. <i>billyi</i> in den Alpen, den Apuanischen Alpen und dem Toskanischen Apennin	62
Abb. 27 Blattquerschnitte von <i>Festuca laevigata</i>	65
Abb. 28 Verbreitung von <i>Festuca laevigata</i> in den Alpen	66

DANKSAGUNG

Mein Dank gilt zahlreichen Kollegen und Freunden, die mich in den letzten Jahren während der Arbeiten an der Dissertation unterstützt haben.

Ganz besonders danke ich:

Maria Clauss (Max-Planck-Institut für Chemische Ökologie, Jena) und Aloma Ewald (Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Erfurt) für das freundliche Entgegenkommen bei der Benutzung der Labore und der flow-cytometer, Henriette Gruber (Jena) für Chromosomenzählungen im Rahmen eines Praktikums, Frank Hellwig (Institut für Spezielle Botanik, Jena) für die sehr guten Arbeitsbedingungen an seinem Institut, Ludwig Martins (Institut für Spezielle Botanik, Jena) für interessante, botanische Gespräche und Vorbereitungen zur Promotionsprüfung, Jochen Müller (Institut für Spezielle Botanik, Jena) für die tägliche Beantwortung von Fragen zur Gattung *Festuca*, für die Bereitstellung von Literatur, Herbarbelegen und kultivierten Pflanzen sowie für zahllose Diskussionen zum Thema und der überaus kritischen Durchsicht des Manuskripts, Lennart Olsson (Institut für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie mit Phyletischem Museum, Jena) für das Ermöglichen von Aufnahmen am Rasterelektronenmikroskop, Filippo Prosser (Museo Civico di Rovereto) für das Senden von Herbarmaterial aus der Prov. Trento, Christiane Ritz (Institut für Spezielle Botanik, Jena) für zahlreiche Diskussionen zur Evolution, für die kritische Durchsicht des Manuskripts, und das tägliche Erdulden der Launen während der Arbeit, Markus Ritz (Institut für Ökologie, Jena) für die Beratung zur Statistik morphologischer Daten und den Nachweis ihrer Undurchführbarkeit, Marianne Roemer (Universitäts- und Landesbibliothek Jena) für die großzügigen literarischen Dauerleihen, Rosi Stimpfer (Institut für Spezielle Botanik, Jena) für die Unterstützung bei den Präparationstechniken an Wurzelspitzen und das Nachfüllen der Chemikalien, Erik Welk (Institut für Geobotanik und Botanischer Garten, Halle/S.) für die Anfertigung der Kartengrundlage des Untersuchungsgebiets, Thomas Wilhalm (Naturmuseum Bozen) für das Schicken von Herbarbelegen und lebenden Pflanzen aus der Prov. Bozen und der steten Korrespondenz zum Thema, Volker Wissemann (Institut für Spezielle Botanik, Jena) für das spontane Überlassen einer CD-ROM, Johanna Zimmermann (Institut für Spezielle Botanik, Jena) für den Nachschub an Bürobedarf und die Organisation des bürokratischen Alltags, besonders der Dienstreisen. Mein dank gilt auch den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Herbarien in Genf, Lausanne, München, Paris und Zürich ohne deren Material die Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Zuletzt danke ich meiner Frau Sigrun für die Durchsicht des Manuskripts, den täglichen Druck auf mich und das zuletzt völlige Fernhalten der häuslichen und erzieherischen Pflichten von mir. Meinen Kindern Frida und Jakob danke ich für das „Verständnis“ zur häufigen Abwesenheit ihres Vaters und meinen Eltern für die Übernahme der Kinderbetreuung in der „heissen Phase“.